

Aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
(Direktor: Professor Dr. med. Andreas H. Mahnken)  
des Fachbereichs Medizin  
der Philipps-Universität Marburg

***„Grundlagen der Mustererkennung in  
der radiologischen Diagnostik“ –  
Entwicklung und Evaluation eines studentischen  
Lernkurses***

Inaugural-Dissertation zur Erlangung  
des Doktorgrades der gesamten Humanmedizin,  
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität  
vorgelegt von

**Melissa Mey Lien Ong aus Gütersloh**  
Marburg, 2015

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:

30.01.2015

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Professor Dr. Helmut Schäfer

Referent: Professor Dr. Klaus J. Klose

1. Korreferent: Professor Dr. Jürgen Schäfer



*Für meine Eltern*

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Entwicklung der Lehre in der Strahlendiagnostik .....	6
1.2 Grundtypen radiologischer Strukturen .....	7
1.3 Muster .....	11
1.4 Mustererkennung .....	11
1.5 Computer-assistierte Detektion (CAD) .....	12
1.6 Umsetzung des Konzeptes im radiologischen Unterricht .....	16
1.7 Fragestellung und Zielsetzung .....	17
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>19</b>
2.1 Studiendesign .....	19
2.2 Kurserstellung .....	19
2.2.1 K-med .....	19
2.2.2 Autorenplattform „docendo“ .....	20
2.2.3 Inhalt des Lernkurses .....	21
2.2.4 Musterklassifikationen .....	22
2.3 Curriculare Integration des Lernkurses .....	23
2.3.1 Neues Kurskonzept mit Implementierung des Lernkurses .....	25
2.4 Evaluation .....	28
2.4.1 Erstellung des Online-Fragebogens .....	28
2.4.2 Inhalt des Online-Fragebogens .....	29
2.5 Datenerhebung .....	30
2.5.1 User-Tracking auf der k-med-Lernplattform .....	31
2.5.2 TED-Abstimmungssystem .....	31
2.5.3 Online-Evaluation .....	32
<b>3 Ergebnisse .....</b>	<b>33</b>
3.1 Ergebnisse im Kleingruppenunterricht .....	34
3.1.1 Ergebnisse der Interventionsgruppe .....	34
3.1.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe .....	34
3.1.3 Ergebnisvergleich Interventions- vs. Kontrollgruppe .....	35
3.2 Bearbeitung des Lernkurses .....	36
3.3 Ergebnisse der Umfrage .....	37
3.3.1 Bewertung des Lernkurses „Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ .....	37

3.3.2 Bewertung des neuen Kurskonzeptes .....	44
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>51</b>
4.1 Vergleichbare Studien .....	52
4.2 Kritische Bewertung der Ergebnisse .....	52
4.2.1 Freischaltung des Lernkurses .....	54
4.2.2 Gruppentausch.....	54
4.2.3 User-tracking-Daten .....	54
4.2.4 Kleingruppenunterricht .....	55
4.2.5 Stichprobenumfang .....	55
4.2.6 Kleingruppenunterricht mit TED-Test.....	55
4.2.7 Ergebnisse der Umfrage .....	56
4.2.8 Allgemeine Einschätzung der Ergebnisse.....	57
4.3 Konsequenzen für die radiologische Lehre .....	58
<b>5 Zusammenfassung .....</b>	<b>60</b>
<b>6 Summary .....</b>	<b>62</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>65</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>66</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>67</b>
<b>Anhang A: Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik“ .....</b>	<b>70</b>
<b>Anhang B: Power-Point-Folien des Kleingruppenunterrichts.....</b>	<b>71</b>
<b>Verzeichnis akademischer Lehrer.....</b>	<b>72</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>73</b>

# 1 Einleitung

Die traditionelle Lehre in der Radiologie verfolgt eine Organsystematik. Das bedeutet, dass radiologische Muster nach Organen (z.B. Lunge, Leber, Knochen) oder nach den unterschiedlichen Abbildungsverfahren wie z.B. der Projektionsradiographie, der Computertomographie (CT) oder der Magnetresonanztomographie (MRT) eingeteilt werden. Demnach befasste sich der Kleingruppenunterricht an der Philipps-Universität Marburg bisher mit den folgenden Lehrthemen:

- Projektionsradiographie: Thorax, Abdomen, Mammographie, Skelettsystem
- Kontrastmittelverfahren
- Schnittbilddiagnostik (CT/MRT/Ultraschall)
- Angiographie

Die vorliegende Dissertation beschäftigt sich mit einem neuen Lehransatz: Die Lehre der Mustererkennung an

- parenchymatösen Organen,
- tubulären Strukturen und
- Körperhöhlen.

Dieser Ansatz wurde im Sommersemester 2011 durch Implementierung des eigens hierfür entwickelten Lernkurses „*Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011*“ eingeführt.

## 1.1 Entwicklung der Lehre in der Strahlendiagnostik

Die Anfänge der radiologischen Mustererkennungslehre an der Philipps-Universität Marburg gründen im Online-Radiologiescript „*Prinzipien der allgemeinen und speziellen Radiologie*“ (Klose 2007). In erster Linie wurden die Muster an tubulären Strukturen vorgestellt. Vor 2003 bestand die radiologische Lehre aus traditionellem Kleingruppenunterricht, auf den sich die Studierenden unter anderem mit Hilfe des Online-Radiologiescripts vorbereiten sollten. Nach

Einführung der Lernplattform k-med (**k**nowledge in **med**ical education) und der Implementierung von ersten Online-Lernkursen wie zum Beispiel „Röntgenphysik“, „Strahlenschutz“ und „Methoden bildgebender Verfahren“ ab 2005 und der neuen Approbationsordnung folgte eine Umstellung des radiologischen Curriculums. Im ersten und dritten klinischen Studienjahr werden bis zum jetzigen Zeitpunkt jeweils die Lehrveranstaltungen „Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung, Strahlenschutz 1 und 2“ angeboten. Mit der Einführung des „blended learning“ (englisch = gemischtes Lernen) wurde den Studierenden entsprechend eine Reihe von Online-Lernkursen ergänzend zum traditionellen Curriculum mit konventioneller Präsenzlehre zur Verfügung gestellt. Ebenfalls seit diesem Zeitpunkt finden im Zentrum für Radiologie in Marburg elektronische Klausuren (Abkürzung: E-Klausuren) statt. Die Lehre der Mustererkennung mit Hilfe des hierfür erstellten Lernkurses „*Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011*“ wurde 2011 als neue Intervention in das Curriculum integriert. Mustererkennung im Sinne von Detektion und Beschreibung von Läsionen, um daraufhin eine Diagnose bzw. Differentialdiagnosen aufzustellen, bildet die Basis radiologischer Bildbefundung. Trotz der grundlegenden Bedeutung findet sich bezüglich Mustererkennung in Zusammenhang mit studentischer Lehre in der Radiologie keine veröffentlichte Literatur.

## 1.2 Grundtypen radiologischer Strukturen

In den gängigen Lehrbüchern, die den Studenten für das Fach Radiologie zur Verfügung stehen, gliedert sich der Aufbau meist wie folgt: Zunächst werden in einem allgemeinen Teil unter anderem die technischen Aspekte und Apparaturen, sowie die Untersuchungsabläufe in der Radiologie erläutert. Im speziellen oder klinischen Teil werden dann die verschiedenen Körperregionen bzw. Organsysteme mit den entsprechenden Diagnosen vorgestellt (Kauffmann, Moser et al. 2011; Reiser and Bartenstein 2011; Wetzke and Happle 2012).

Die Wissensvermittlung im neuen Online-Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ erfolgt nicht nach Körperregionen, in denen die einzelnen Organe bzw. Strukturen, wie z.B. Thorax, Abdomen oder Skelett, aufgezeigt werden. Vielmehr wurden neue Klassifikationsschemata für

- parenchymatöse Organe
- Körperhöhlen
- tubuläre Strukturen

entwickelt, anhand derer Läsionen zugeordnet werden können.

Der Körper verfügt über verschiedene tubuläre Strukturen wie z. B. Gefäße (Arterien, Venen, Lymphgefäße), Ausführungsgänge (Harnleiter), Transportsysteme (Magen-Darm-Trakt) und ihnen zugeordnete Muster. Diese lassen sich entsprechend der genannten Klassifikationen einordnen. Innerhalb gleichartiger Strukturen kommen morphologisch ähnliche Muster vor. Das sogenannte RADI-Icon (Abbildung 1) illustriert die unterschiedlichen Strukturen und das Parenchym inklusive Interstitium im menschlichen Körper.

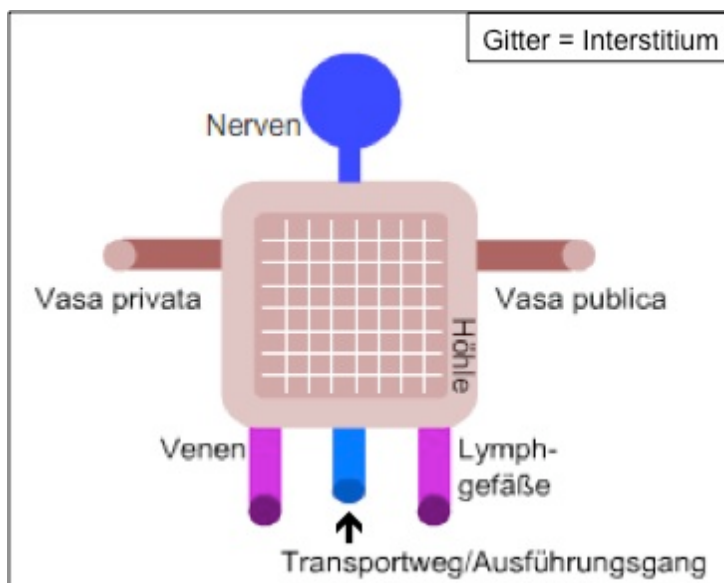


Abbildung 1: RADI (**R**adiologische **D**iagnostik)-Icon

Die folgende Abbildung (s. Abbildung 2) zeigt als Beispiel für ein Muster in

- parenchymatösen Organen: fokale Läsionen in der Lunge,
- in Körperhöhlen: Luft im Pleuraraum bzw. einen Pneumothorax,
- in tubulären Strukturen: einen Polypen.

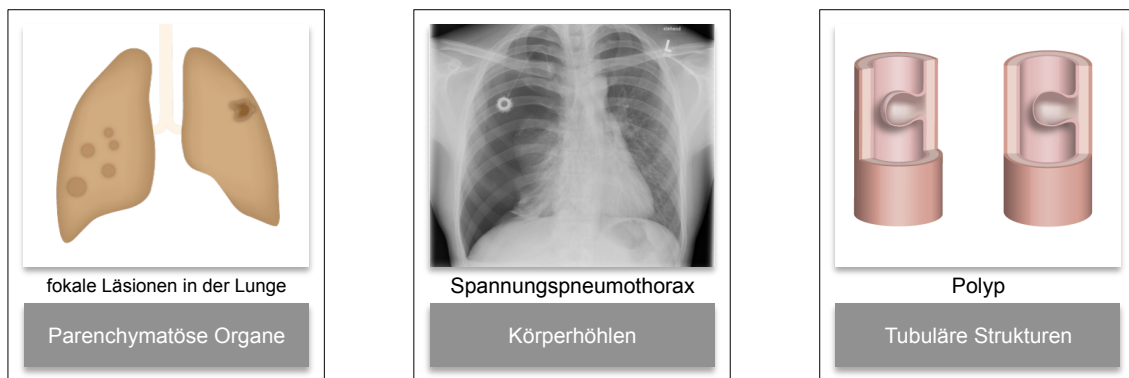


Abbildung 2: Charakteristika von fokalen Läsionen

Charakteristika von herdförmigen Läsionen haben ihrerseits wiederkehrende morphologische Kriterien. Hierbei unterscheidet man beispielsweise die

- Berandung – glatt oder irregulär
- Binnenstruktur – zystisch oder solide

Als Beispiel für eine glatte, zystische Läsion ist in Abbildung 3 eine Leberzyste und in Abbildung 4 eine Nierenzyste abgebildet.



Abbildung 3: Beispiel einer Leberzyste im CT (s. Kreis)



Abbildung 4: Beispiel einer Nierenzyste im CT (s. Kreis)

Zudem grenzt die Verteilung von Läsionen die Differenzialdiagnosen ein: sieht man beispielsweise einen soliden und keilförmigen Defekt in der Lunge, deutet dies auf eine Atelektase hin. Bei einer diffusen Verteilung luftgefüllter Areale in der gesamten Lunge muss ein Lungenemphysem in Betracht gezogen werden.

Für eine strukturierte Musterbeschreibung wurden Musterklassifikationen für parenchymatöse Organe, tubuläre Strukturen und Körperhöhlen entwickelt. Mit Hilfe des Lernkurses sollten die Studierenden den Prozess der Läsionsdetektion und insbesondere die Musterbeschreibung mittels der erstellten Klassifikationen erlernen. Die wichtigsten Kriterien der Musterklassifikation parenchymatöser Organe sind in Abbildung 5 zusammengefasst. Wie am vorherigen Beispiel aufgezeigt entspricht eine fokale, glatt berandete, flüssigkeitsgefüllte Läsion an parenchymatösen Organen am ehesten einer *Zyste* (siehe ganz rechts in Abbildung 5). Eine fokale, unscharf berandete Läsion mit solidem Charakter könnte einen Tumor darstellen.



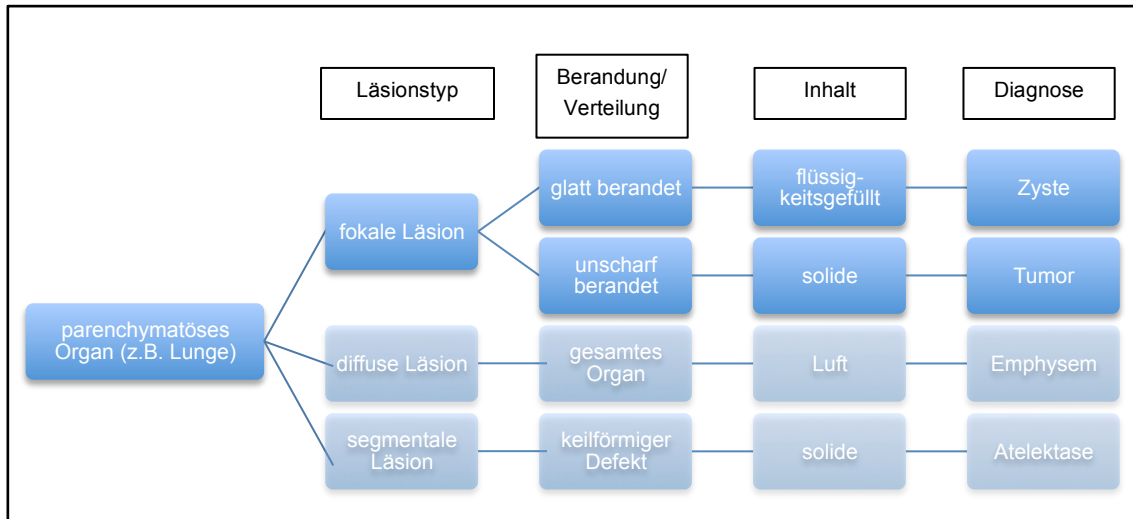


Abbildung 5: Musterklassifikation für parenchymatöse Organe am Beispiel fokaler Läsionen (exemplarisch vereinfacht) aus dem Lernkurs „Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“

### 1.3 Muster

Das Wort Muster stammt vom lateinischen Begriff „monstrare“, welcher übersetzt „zeigen“ (Dudenredaktion 2013a) bedeutet. Per Definition beschreibt ein Muster die Gesamtheit nicht signifikanter Unterschiede. Das gleiche Muster kann in ähnlichen Objekten auftreten, sodass diese nach Erkennung des Musters in eine bestimmte Gruppe zusammengefasst werden können. Dies entspricht einem Klassifikationsschema, welches auch Taxonomie (altgr. *Táxis* = Ordnung und *nómos* = Gesetz) genannt wird (Dudenredaktion 2013b).

In der Literatur trifft man auf weitere Bedeutungen des Begriffes „Muster“. So kann ein Muster unter anderem eine Vorlage, eine graphische Struktur, eine Tonfolge, ein Handlungsmuster oder eine bestimmte Zeichenabfolge sein (Duda, Hart et al. 2001).

### 1.4 Mustererkennung

Mustererkennung ist die Fähigkeit, in einer Menge von Daten Regelmäßigkeiten, Wiederholungen, Ähnlichkeiten oder Gesetzmäßigkeiten zu erkennen. Man unterscheidet zwischen Mustererkennung beim Menschen und Mustererkennung in der Informatik. Der Mensch ordnet verschiedene Sinneseindrücke, indem er Muster oder Objekte zunächst identifiziert und anschließend klassifiziert.

Im Bereich der Wahrnehmungspsychologie, die sich mit der Mustererkennung beim Menschen befasst, hat man zwei Theorien zur Erklärung dieses Vorgangs entwickelt: Die „Schablonentheorie“ geht davon aus, dass wir bestimmte Objekte im Langzeitgedächtnis gespeichert haben und die neuen Muster mit ihnen vergleichen. Nach der „Merkmalstheorie“ analysieren wir Objekte und teilen sie in einzelne Merkmale auf, die wir daraufhin identifizieren (Eysenck and Keane 2000).

Mustererkennung in der Informatik beruht auf hochkomplexen Algorithmen, mit denen Computer so programmiert werden, dass sie bestimmte Muster erkennen und differenzieren können. Beispiele für Anwendungen in der Medizin, insbesondere der Radiologie, sind die Spracherkennung in Diktiergeräten oder die Computer-assistierte-Detektion in der radiologischen Bildbefundung, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

## **1.5 Computer-assistierte Detektion (CAD)**

Insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten ist das Volumen an Bilddatensätzen aufgrund des höheren Bedarfs an schnittbildgebenden Verfahren wie der CT, MRT und Positronenemissionstomographie (PET) kontinuierlich gestiegen (Rubin 2000). Die Anzahl der Radiologen hat sich parallel dazu jedoch nicht erhöht. Als Konsequenz dessen musste die Produktivität im Sinne von der Anzahl analysierter Bilder pro Zeit durch den Radiologen in den letzten Jahren gesteigert werden. Neben Entwicklungen im Bereich der Bildarchivierung und Bildübertragung wurden neue Techniken wie die Computer-assistierte Detektion (CAD) eingeführt, welche die Produktivität ohne Beeinträchtigung der Befundungspräzision steigern sollte (Kotter and Langer 2011). Grundlage der CAD sind hochkomplexe Vorgänge digitaler Bildprozessierung und Mustererkennung. Laut Wollenweber et. al ist die CAD eine relativ junge interdisziplinäre Technologie und kombiniert Elemente aus der künstlichen Intelligenz und der digitalen Bildprozessierung mit radiologischer Bildverarbeitung (Wollenweber 2007). Durch die technische Entwicklung wurde es demnach möglich, einen Computer so zu programmieren, dass er wichtige Muster erkennt. Konkret wurden Programme entwickelt, die digitale Bilddatensätze nach typischen Mustern oder Läsionen absuchen und markieren. Diese Suche erfolgt in mehreren

Schritten. Im Einzelnen ist der Ablauf wie folgt (van Ginneken, Schaefer-Prokop et al. 2011) (Abbildung 6):

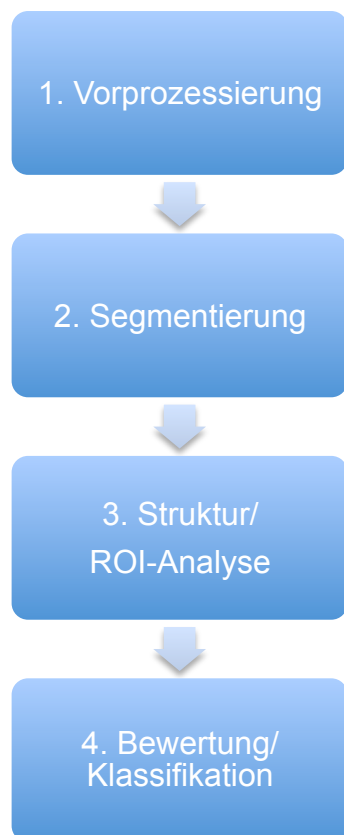


Abbildung 6: Mustererkennung in der CAD

1. **Vorprozessierung** zur Vereinheitlichung der Bilddatensätze (z.B. aufgrund unterschiedlicher Aufnahmeparameter), indem Artefakte (Bildfehler) reduziert werden und Bildrauschen vermindert wird

2. **Segmentierung** zur

- Abgrenzung der unterschiedlichen Strukturen innerhalb des Bildes, z.B. Herz, Lunge, Rippen, mögliche Rundherde
- Abgleichung mit anatomischen Datenbanken

3. **Struktur/ROI (Region of Interest) Analyse**

Jede erkannte ROI, wie z.B. potenzielle Tumore, Mikrokalzifikationen oder Polypen wird individuell auf spezielle Charakteristika analysiert. Diese sind unter anderem

- Kompaktheit,

- Form, Größe und Lage,
- Bezug zu benachbarten Strukturen/ ROIs,
- Durchschnittliche Grauwertverteilung innerhalb der ROI und
- Verhältnis der Grauwerte innerhalb der ROI zum Rand der Struktur.

#### 4. Bewertung/Klassifikation

Nach der Strukturanalyse wird jede ROI individuell bewertet, um somit die Wahrscheinlichkeit für einen richtig positiven Treffer festzulegen. Damit der Computer die Muster oder ROI bewerten, d.h. zwischen normalen und pathologischen Läsionen unterscheiden kann, müssen als Entscheidungsgrundlage Musterklassifikationen vorliegen. Als Grundlage dienen Referenzstandards, die auf dem Boden menschlicher Bewertung gründen.

Der Radiologe kann die Auswertung der CAD als Zweitmeinung in seine Befundinterpretation miteinbeziehen. Das heißt, der Computer wird als Werkzeug genutzt, um dem Radiologen ggf. zusätzliche Informationen zu liefern.

Typischerweise erfolgt die CAD nach zwei Schemata. Zum Einen werden Läsionen wie zum Beispiel Lungenrundherde aufgrund ihrer Muster (morphologischer Merkmale) durch den Computer gefunden. Zum Anderen werden Bilddaten bzgl. normaler oder veränderter Muster quantifiziert, beispielsweise zur Beurteilung der Gefäßgröße bei stenosierenden Läsionen in Angiographien (Doi, MacMahon et al. 1999).

Ein wichtiger Anwendungsbereich der CAD ist die Mamma-Diagnostik. Die Mammographie ist die zuverlässigste Methode für eine frühzeitige Brustkrebsdiagnostik und wird bundesweit im Rahmen der Brustkrebsvorsorge (Mammographie-Screening) eingesetzt. Da die Detektion von Mikrokalzifikationen oder Tumoren dem Radiologen mitunter Schwierigkeiten bereiten kann, wurde die CAD zur Interpretation von Mammographien eingeführt. Der Computer gibt Lokalisationen mit potenziellen Läsionen an, woraufhin der Radiologe diese weiter interpretieren kann (Doi, MacMahon et al. 1999). Es gibt unterschiedliche CAD-Programme, die von der Food and Drug Administration (FDA) zugelassen sind. Pionier auf diesem Gebiet ist das „R2 CAD Image Checker System™“ (Hologic 2008), eines der ersten zugelassenen Programme zur CAD in der Mammadiagnostik aus den USA. Die CAD-Programme wurden bzgl. der Sensitivität und

Spezifität stetig verbessert und in prospektiven Studien evaluiert (Dean and Ilvento 2006; Ko, Nicholas et al. 2006).

Ein weiteres Feld, in dem die CAD angewendet wird, ist die Detektion von Lungenrundherden. Die ersten Ergebnisse bezüglich Klassifikation von Lungenläsionen auf Röntgenbildern wurde 1963 erstmals von Lodwick et. al publiziert (Lodwick, Keats et al. 1963) und der Begriff computer-aided diagnosis erschien 1966 zum ersten Mal in der wissenschaftlichen Literatur (Lodwick 1966). In den letzten 10 Jahren wurde die Detektion von Lungenrundherden immer weiterentwickelt, sodass Studien bzgl. Befundungsqualität eine signifikante Verbesserung durch die Implementierung von CAD belegen konnten (Awai, Murao et al. 2004; Lee, Goo et al. 2004; Marten, Seyfarth et al. 2004).

Die CAD kann zu einer höheren Sensitivität führen, jedoch steht zur Diskussion, inwieweit Läsionen auch als falsch-positiv bewertet werden. Ebenfalls muss man berücksichtigen, dass die Implementierung eines CAD-Programms mit einem hohen technischen Aufwand verbunden ist und dann nicht zwangsläufig zu einer verkürzten Befundungszeit, sondern im schlechtesten Fall zu einem Zeitverlust führt. Während die CAD für Mammographien und die Detektion von Lungenrundherden am häufigsten untersucht wurde, gibt es weitere Anwendungsgebiete wie die virtuelle Koloskopie, die Detektion von Wirbelsäulenläsionen oder Lebermetastasen. Trotz der Vorteile konnten sie sich bisher noch nicht in der klinischen Routine etablieren (Kotter and Langer 2011).

Durch den technischen Fortschritt und die Einführung der CAD ist der Mensch also in der Lage, einen Computer so zu programmieren, dass er Muster erkennen und einordnen kann. Müsste der Mensch nicht ebenso fähig sein, Studierenden die radiologische Mustererkennung im Rahmen einer Lehrveranstaltung zu vermitteln?

Wie bei der CAD gibt es bei der Bildbefundung ebenfalls Schemata, nach denen man vorgehen sollte.

Ein Beispiel ist das „6-D-Schema“ (Furnell EC 1989):

- **Detect (Detektion)**
- **Describe (Beschreibung)**
- Diagnose (Diagnosestellung)

- Document (Dokumentation)
- Differentiate (Differentialdiagnosen)
- Discuss (Diskussion)

Insbesondere die ersten beiden Punkte bilden die Basis der Mustererkennung. Diagnosestellung, Dokumentation, Differentialdiagnosen und Diskussion können unter dem Überbegriff der *Musterinterpretation* zusammengefasst werden.

## 1.6 Umsetzung des Konzeptes im radiologischen Unterricht

Die Approbationsordnung sieht für die radiologische Lehre nur ein begrenztes Zeitkontingent vor, um den Studierenden die Komplexität der Radiologie näher zu bringen und essenzielle Themengebiete aufzugreifen. Umso wichtiger ist es, Antworten auf die folgenden Fragen zu finden:

- Curriculum: Was will man den Studierenden lehren? (Lernziele)
- Unterricht: Wie will man die Inhalte vermitteln? (Mustererkennung und -beschreibung)
- Übertragung der Inhalte auf andere Beispiele durch Wissenstransfer

Um diese Fragen suffizient zu beantworten, bedarf es nach Auffassung von Williamson et al. der Beachtung von Lerntheorien aus dem Gebiet der Lernpsychologie (Williamson, Gunderman et al. 2004). Im Folgenden werden die drei gängigsten Lerntheorien kurz vorgestellt:

1. Behaviorismus
2. Kognitivismus (primäres Ziel des Unterrichts)
3. Konstruktivismus

Der **Behaviorismus** wird traditionell mit der Lerntheorie B.F. Skinners in Verbindung gebracht und beruht auf der Grundlage, dass das Wissen von einer externen, objektiven Quelle (Dozent/Lehrer) kommt. Wenn der Studierende richtig antwortet, spricht dies für den Erfolg des Lehrenden, falls nicht, erfolgt eine weitere Instruktion durch den Dozenten.

Beim **Kognitivismus** geht es in erster Linie um intrazerebrale Prozesse des Lernenden. Der Fokus liegt auf Informationsmustern, d.h. inwieweit Ideen und

Konzepte zusammenpassen und welche Faktoren die Muster verändern können, um die Studierenden zur Lösung eines Problems zu führen. Dabei stellt sich die Frage: Kann man sein neu erlangtes Wissen auf neue Situationen übertragen (Wissenstransfer)?

Der **Konstruktivismus** sieht Lehren und Lernen als sozialen Prozess. Dabei liegt der Fokus im Besprechen und Verstehen von Aufgaben zwischen Lehrenden und Studierenden, welches in realistischen Situationen geübt wird. Verstehen ist dabei das Produkt der Interaktion. Wissen ist kein feststehendes Konstrukt, sondern dynamisch.

Nach Auffassung von Williamson et al. fließen alle drei Theorien in den Lernprozess mit ein. Bei der Vermittlung von Mustererkennung muss der Studierende die Muster von einer externen Quelle wie z.B. einem Lernkurs oder durch einen Dozenten vermittelt bekommen. Durch eine Prüfung würde man den Lernerfolg testen. Die Entwicklung von Transferleistungen im Sinne des Kognitivismus, d.h. ein bestimmtes neu erlerntes Muster auf verschiedene Organe oder Strukturen zu übertragen, ist ein zentraler Aspekt, der mit Hilfe des Lernkurses „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ angestrebt wurde. Nach Ansicht Peter Baumgartners, Professor für Wirtschaftspädagogik an der Universität Innsbruck, sieht der Kognitivismus den Prozess des menschlichen Denkens als einen Prozess der Informationsverarbeitung. „Auf dieser sehr abstrakten Ebene sind menschliches Hirn und Computer äquivalent: Beide sind ‘Geräte’ zur Informationsverarbeitung. Daher gibt es auch einen engen Zusammenhang zwischen Kognitivismus und dem Forschungsprogramm der ‘Künstlichen Intelligenz’“ (Baumgartner 2003).

## 1.7 Fragestellung und Zielsetzung

Aufgrund der zentralen Bedeutung der Mustererkennung für die radiologische Bildbefundung wurde im Rahmen der vorliegenden Dissertation der Online-Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ zur Implementierung in die k-MED-Plattform und Ergänzung zum Kleingruppenunterricht der Lehrveranstaltung „Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung und Strahlenschutz I“ (QB 11/1) entwickelt. Der Lernkurs bildet die Basis dieser Dissertation und wurde erstmals im Sommersemester 2011 einge-

setzt. Die initial gestellte Frage, ob der Mensch nicht – entsprechend der Entwicklung der CAD – ebenso in der Lage sein müsste, Studierenden die radiologische Mustererkennung im Rahmen einer Lehrveranstaltung zu vermitteln, sollte mittels einer TED-Wissensüberprüfung im Kleingruppenunterricht und nachfolgender Evaluation untersucht werden. Dabei wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

Nullhypothese (H0): Die Bearbeitung des Online-Lernkurses „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ führt zu keinem statistisch signifikanten Unterschied bzgl. der Anzahl richtig beantworteter Fragen verglichen mit der Gruppe, die keinen Zugang zum Lernkurs hatte.

Alternativhypothese (H1): Die Bearbeitung des Online-Lernkurses „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ führt zu einer statistisch signifikanten Verbesserung bzgl. der Anzahl richtig beantworteter Fragen verglichen mit der Gruppe, die keinen Zugang zum Lernkurs hatte.

Zielsetzung der Arbeit sollte die Ergänzung und Verbesserung des radiologischen Grundverständnisses der Studierenden in Bezug auf radiologische Mustererkennung sein. Der neue didaktische Ansatz – Lehre der Mustererkennung mittels Klassifikation für parenchymatöse Organe, tubuläre Strukturen und Körperhöhlen, statt Diagnosen nach Körperregionen auswendig zu lernen – sollte kritisch untersucht werden.

Dabei sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Führt die Einführung des Lernkurses „Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ zu einem signifikanten Unterschied der Ergebnisse im Kleingruppenunterricht zwischen Interventions- und Kontrollgruppe?
- Ist der Lernkurs eine sinnvolle Ergänzung zum Kleingruppenunterricht innerhalb der curricularen Lehrveranstaltung QB 11/1?
- Wie hoch ist die Akzeptanz der Studierenden bezüglich des Lernkurses und des neuen Ansatzes der Wissensvermittlung?



## 2 Material und Methoden

### 2.1 Studiendesign

Beim vorliegenden Studiendesign handelt es sich um eine kontrollierte Interventionsstudie (Weiß 2010). Die Studienpopulation umfasst 61 Studierende (39 weiblich, 22 männlich) im Sommersemester 2011.

Die Studierenden einer Kohorte wurden zu Beginn des Semesters in 12 Gruppen unterteilt. Die Gruppen 1-6 repräsentieren die Studienpopulation. Die Zuteilung erfolgte zufällig und geschlechtsunabhängig nach der Gruppeneinteilung durch das Studiendekanat.

### 2.2 Kurserstellung

#### 2.2.1 K-med

Das Projekt *k-med* wurde von 2001 bis 2010 vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst, sowie für den Zeitraum 2001-2004 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (k-med).

K-med dient der Aus-, Fort- und Weiterbildung in der Medizin. Es beinhaltet eine Lernplattform über das u.a. ein Austausch in Foren stattfinden kann, E-learning-Inhalte (Online-Lernkurse, PDF-Dateien etc.) bereitgestellt, E-Mails an Mitglieder versendet und Lehrveranstaltungen evaluiert werden können. Eine Darstellung der Startseite findet sich auf Abbildung 7 (s. Seite 20). Eine weitere Dienstleistung des Projekts ist die Autorenplattform „*docendo*“ (s. 2.2.2).

Partizipierende Hochschulen des k-med-Projekts waren folgende Institutionen

- Technische Universität und Fachhochschule Darmstadt
- Johann-Wolfgang-Goethe Universität Frankfurt am Main
- Justus-Liebig-Universität Gießen
- Fachhochschule Gießen-Friedberg
- Philipps-Universität Marburg

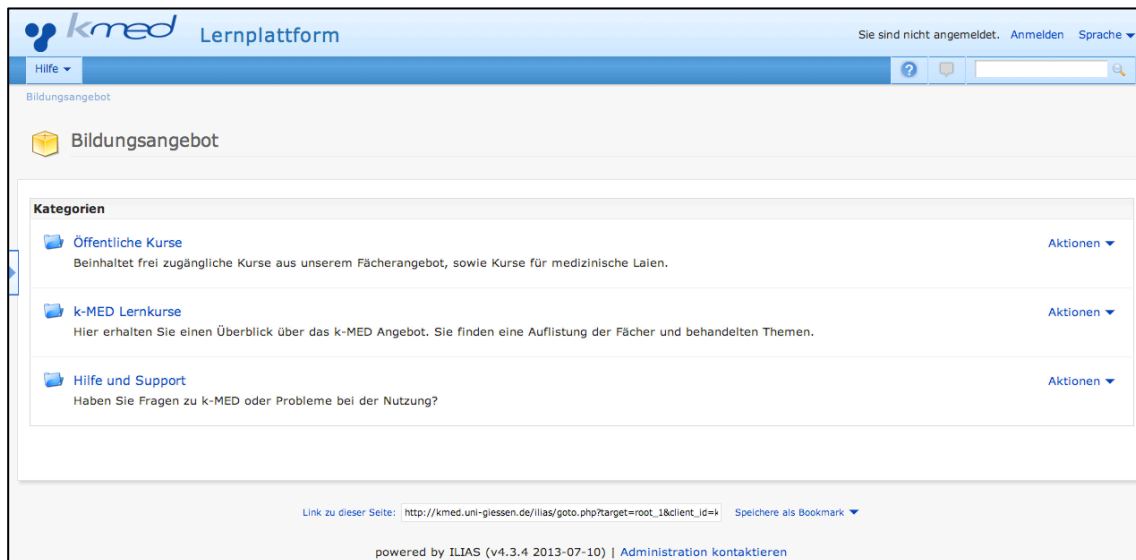


Abbildung 7: Startseite der k-med Lernplattform (k-med 2005)

An der Philipps-Universität Marburg ist der Studiengang Humanmedizin auf der Lernplattform mit der größten Dichte an Lernmaterialien vertreten. Weitere Studiengänge sind Physiotherapie, Zahnmedizin, sowie Humanbiologie. Den überwiegenden Anteil an Lernmaterial stellen Online-Lernkurse dar, jedoch werden unter anderem auch PDF-Dateien, PowerPoint-Präsentationen oder weiterführende Links zum Selbststudium angeboten. Zusätzlich können Foren eröffnet werden, die den Austausch zwischen Dozenten und Studierenden ermöglichen. Neben der Radiologie nutzen weitere Dozenten der Fachgebiete Allgemeinmedizin, Anästhesie, Anatomie und Histologie, Arbeitsmedizin, Biochemie, Humangenetik, Infektiologie, Kinderheilkunde, Pharmakologie, Physiologie und Zahnheilkunde die Lernplattform.

### 2.2.2 Autorenplattform „docendo“

Mit Hilfe der Autorenplattform „docendo“ wurde der Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ für die vorliegende Dissertation entwickelt. „docendo“ (seit 2009, vorher Resource Center) ist eine Plattform, die es Autoren ermöglicht, Lernkurse für die Lernplattform zu erstellen und sowohl Textinhalte, als auch Medienressourcen auf einfache Weise in einen Online-Lernkurs zu integrieren. Die Ressourcen werden dabei an einem zentralen Ort gespeichert. Dadurch besteht die Möglichkeit, Dateien wie Grafiken, Simulationen oder Inhalte zwischen den Autoren auszutauschen. Ebenfalls ermöglicht „docendo“ das einfache Exportieren des erstellten Lernkurses auf

die Lernplattform k-med per SCORM (Sharable Content Object Reference Model) (ADL). Im Folgenden ist der Bearbeitungsmodus auf der Autorenplattform abgebildet (Abbildung 8).

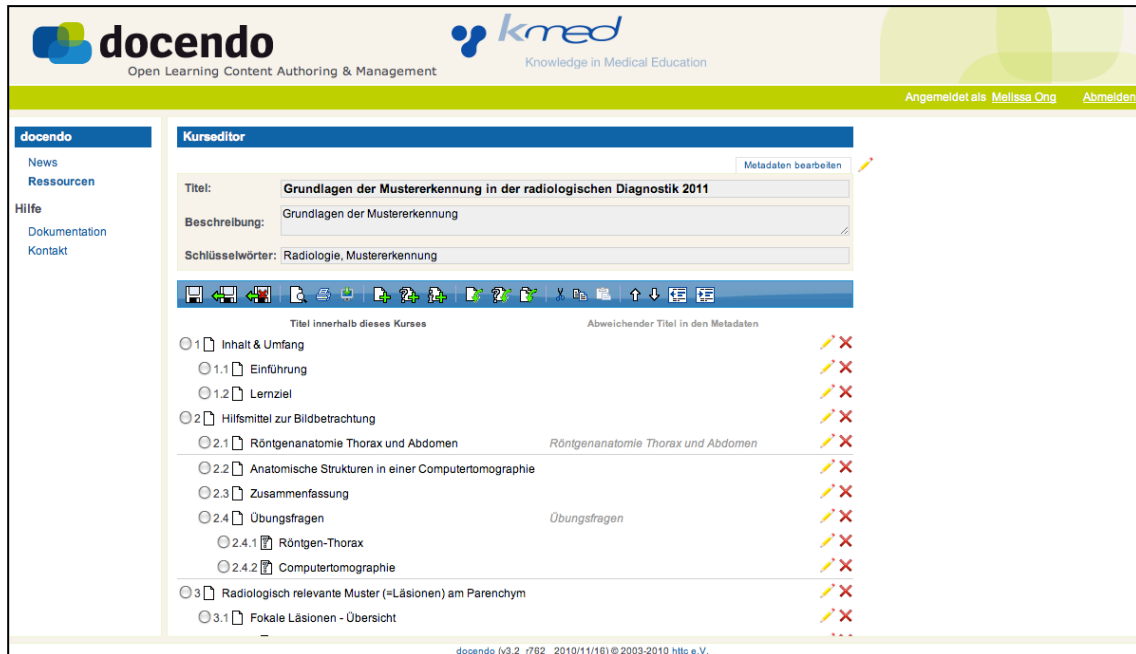


Abbildung 8: Lernkurs im Bearbeitungsmodus auf der Autorenplattform „docendo“ (Zugang über <http://demo.docendo.org/login.do>)

### 2.2.3 Inhalt des Lernkurses

Der Online-Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ (s. Anhang A) beinhaltet 98 Seiten, 89 Abbildungen, 16 Testfragen und 3 Tabellen. Das Inhaltsverzeichnis gliedert sich wie folgt

- Einführung und Lernziel
- Hilfsmittel zur Bildbetrachtung
- Radiologisch relevante Läsionen an parenchymatösen Organen
- Radiologisch relevante Läsionen in Körperhöhlen
- Radiologisch relevante Läsionen an tubulären Strukturen
- Zusammenfassung und Abschluss-Test
- Weiterführende Links zum Üben
- Glossar

Die radiologischen Abbildungen wurden, sofern nicht anders gekennzeichnet, aus der internen Sammlung bzw. aus dem Radiologiescript (<http://online-media.uni-marburg.de/radiologie/>) (Klose 2007) der Strahlendiagnostik Marburg entnommen. Die Grafiken zu *diffuse*, *fokale* und *segmentale Läsionen*, *Dilatation*, *Spiegel*, *Polyp* und *Blutung* wurden eigens von Peter Herbig (Grafik Designer) für diesen Lernkurs angefertigt. Interaktive Abbildungen wie *Nierenzyste* oder *Leberzirrhose* sind mit Hilfe von Dr. Christoph Pabst (ehemaliger Assistenzarzt in der Klinik für Strahlendiagnostik, Philipps-Universität Marburg) entstanden. Die Abbildungen im Abschnitt „Hilfsmittel zur Bildbetrachtung“ wurden aus dem Online-Radiologiescript entnommen. Die Inhalte des Lernkurses wurden selbst erarbeitet und von Prof. Dr. K.J. Klose korrigiert. Als Grundlage dienten einschlägige Lehrbücher der Radiologie (Dähnert 2003; Galanski 2006).

#### 2.2.4 Musterklassifikationen

Den Hauptteil des Lernkurses bilden die Musterklassifikationen zu radiologisch relevanten Läsionen an parenchymatösen Organen, an Körperhöhlen sowie an tubulären Strukturen. Jeweils in der Einführung der Themengebiete wurden den Studierenden Musterklassifikationen in Form von Organigrammen gezeigt. Diese geben eine Übersicht der relevanten Läsionen. Im Folgenden ein Beispiel zur Musterklassifikation an tubulären Strukturen:

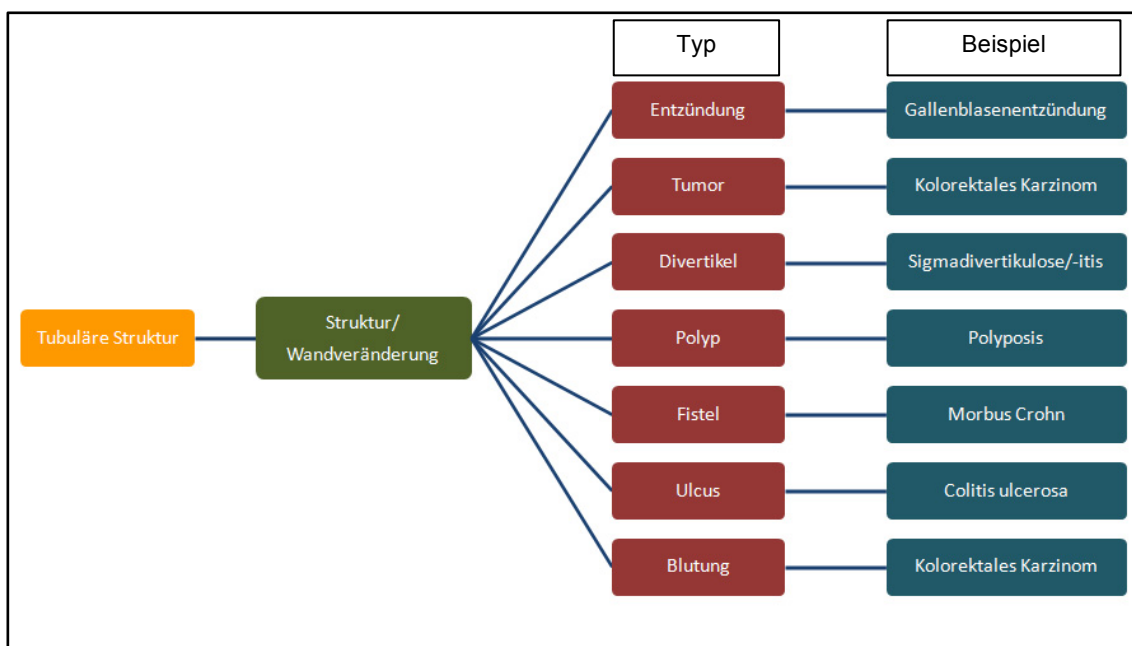


Abbildung 9: Musterklassifikation tubulärer Strukturen (aus dem Lernkurs "Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011")


Läsionen an tubulären Strukturen können das Lumen des jeweiligen Organs betreffen oder auch Struktur- und Wandveränderungen auslösen. Jeweils rechts stehen Beispiele (dunkelgrün) für die Struktur- bzw. Wandveränderungen, die an tubulären Strukturen auftreten können.

Die Musterklassifikationen wurden speziell für den Lernkurs erstellt. Die Studierenden sollten sich mit den Mustern bzw. Läsionen sowohl an parenchymatösen Organen, Körperhöhlen, als auch an tubulären Strukturen vertraut machen und sich das passende Vokabular zur Beschreibung der Muster aneignen. Anhand von Beispielbildern sollten sie lernen, zuvor vorgestellte Muster zu identifizieren.

## 2.3 Curriculare Integration des Lernkurses

Die Marburger Studierenden werden ab dem ersten klinischen Studienjahr in zwei Kohorten aufgeteilt: die *Innere-Kohorte* sowie die *Chirurgie-Kohorte*. Für die Studierenden, die der *Innere-Kohorte* zugeteilt sind, findet die Lehrveranstaltung „Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung und Strahlenschutz I“ (QB 11/1) statt. Im folgenden Semester findet ein Wechsel der Kohorten statt.

Radiologiekurs QB11 / I - SS 2011

Wochen	Gruppe I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
<div></div> <div>Dozenten antworten auf Ihre Fragen zum k-MED-Stoff: Do. 21.04.2011, 16:15-17:30 im HS III</div>													Gruppenunterricht SS 2011
3	1. Klausur (Ort und Zeit werden per E-Mail mitgeteilt)												<div>Räume</div> <div>Strahlendiagnostik 104111</div> <div>SD1 = 1/15000</div> <div>Strahlentherapie 11/12000</div> <div>Nuklearmedizin 1150100</div> <div>Strahlenschutz 1/10000</div> <div>Strahlenbiologie 1/15000</div> <div>SD1 = 1/15000</div>
4	Fr. 29.04.11												
5	Mo. 02.05.11												
6	Do. 05.05.11												
7	Mo. 09.05.11												<div>Termine</div> <div>1. Fach 8:00 - 9:15</div> <div>2. Fach 9:30 - 10:45</div> <div>3. Fach 12:15 - 14:30</div> <div>4. Fach 14:45 - 16:00</div> <div>5. Fach 14:30 - 15:45</div> <div>6. Fach 16:00 - 17:15</div> <div>7. Fach 16:15 - 17:30</div> <div>8. Fach 17:45 - 19:00</div> <div>Mo + Do</div> <div>Mo</div> <div>Do</div> <div>Mo, Spätl</div> <div>(NukMed)</div>
8	Do. 12.05.11												
9	Mo. 16.05.11												
10	Do. 19.05.11												
11	Mo. 23.05.11												<div>Unterrichtseinheiten</div> <div>SD1 Strahlendiagnostik 1</div> <div>SD2 Strahlendiagnostik 2</div> <div>SD3 Strahlendiagnostik 3</div> <div>SD4 Strahlendiagnostik 4</div> <div>SD5 Strahlendiagnostik 5</div> <div>SD6 Strahlendiagnostik 6</div> <div>ST1 Strahlentherapie 1</div> <div>ST2 Strahlentherapie 2</div> <div>ST3 Strahlentherapie 3</div> <div>ST4 Strahlentherapie 4</div> <div>NM1 Nuklearmedizin 1</div> <div>NM2 Nuklearmedizin 2</div> <div>NM3 Nuklearmedizin 3</div> <div>NM4 Nuklearmedizin 4</div> <div>SD1 Strahlenschutz 1</div> <div>SD2 Strahlenschutz 2</div> <div>SD3 Strahlenschutz 3</div>
12	Do. 26.05.11												
13	Mo. 30.05.11												
14	Do. 02.06.11												
15	Mo. 06.06.11												<div>Version 04.03.2011</div>
16	Do. 09.06.11												
17	Mo. 13.06.11												
18	Do. 16.06.11												
19	Mo. 20.06.11												
20	Do. 23.06.11												
21	Mo. 27.06.11												
22	Do. 30.06.11												
23	Mo. 04.07.11												
24	Do. 07.07.11												
25	Mo. 11.07.11												
26	Do. 14.07.11												
27	Mo. 18.07.11												
28	Do. 21.07.11												
2. Klausur (Ort und Zeit werden per E-Mail mitgeteilt)													
SD1: Führung durch die Klinik für Strahlendiagnostik - Treffpunkt Leitende Radiologie, Ebene -1 SD2: Führung durch die Klinik für Nuklearmedizin (weitere Infos erforderlich)													

Die ersten zwei Semesterwochen von QB 11/1 bilden die Selbstlernphase der Studierenden, auch *Crash-Kurs* genannt. Während dieser Zeit werden den Studierenden Online-Lernkurse über die Verfahren in der radiologischen Diagnostik, Nuklearmedizin und Strahlentherapie auf der Lernplattform *k-med* angeboten. In der dritten Semesterwoche folgt die Veranstaltung „*Meet the expert*“ (Expertenbefragung), in der die Studierenden die Möglichkeit haben, Dozenten der Radiologie inhaltliche Fragen bezüglich der Lernkursinhalte zu stellen und Unklarheiten zu lösen. Am Ende der dritten Woche findet die erste Klausur statt, mit der das in der Selbstlernphase angeeignete Wissen (Basiswissen) der Studenten geprüft wird.

In der vierten Semesterwoche beginnt der zweite Abschnitt der Lehrveranstaltung QB 11/1 im Kleingruppenunterricht (KGU). Dieser beinhaltet fünf Termine (SDI = Strahlendiagnostik 1-5):

1. Bildgebungsarbeitsplätze inklusive Führung durch die Abteilung
2. Projektionsradiographie Thorax, Abdomen, Mammographie, Skelett
3. Kontrastmittel
4. Schnittbilddiagnostik (CT/MRT/Ultraschall)
5. Angiographie

Am Ende des Semesters (14./15. Semesterwoche, je nach Sommer- oder Wintersemester) findet die Abschlussklausur über die Inhalte des Kleingruppenunterrichts statt (Wagner R 2006) (s. Abbildung 10).

Woche	Innere-Kohorte (Gruppen 7-12)
1-2	Crash-Kurs Selbstlernphase
3	Meet the Expert
3	1. Klausur Basiswissen
4-13	Kleingruppenunterricht SDI 1-5
15	2. Klausur

Tabelle 1: Rahmenzeitplan von QB 11/1 - traditionelles Curriculum

Im Rahmen dieser Studie wurden die Gruppen 1-12 im Sommersemester 2011 für den zweiten Abschnitt von QB 11/1 (Kleingruppenunterricht SDI 1-5 ab Woche 4) in zwei Hälften aufgeteilt. Für die Gruppen 7-12 galt das oben beschriebene Curriculum (Tabelle 1).

### 2.3.1 Neues Kurskonzept mit Implementierung des Lernkurses

Die Gruppen 1-6 wurden während des Kleingruppenunterrichts von Prof. Dr. K.J. Klose unterrichtet. Dies sollte individuelle Unterschiede zwischen den verschiedenen Dozenten der Strahlendiagnostik ausschließen. Im Gegensatz zu den Gruppen 7-12 wurde den Gruppen 1-6 ein neues Kurskonzept vorgestellt. Dafür wurden von Prof. Dr. K.J. Klose Power-Point-Präsentationen erstellt (s. Anhang B), welche nach einer kurzen Einführung radiologische Bilder enthielten. Dabei lag der Schwerpunkt in der Abdeckung der typischen radiologischen Muster bzw. Diagnosen mit den Themengebieten Thorax und Abdomen. Die Präsentationen wurden den Studierenden jeweils vor dem Kleingruppenunterrichts-Termin zur Vorbereitung auf der Lernplattform zur Verfügung gestellt. Innerhalb des Kleingruppenunterrichts wurden die Präsentationen um Multiple-Choice-Fragen, die ebenfalls von Prof. Dr. K.J. Klose erstellt wurden, erweitert. Per TED-System sollten die Studierenden diese Fragen beantworten. In den

letzten zwei Seminarterminen wurden den Studierenden wiederum die gleichen Bilder gezeigt und Fragen gestellt. Die Antworten der Studierenden wurden per Excel-Tabellen aus dem TED-System extrahiert und die individuellen Ergebnisse zur Auswertung herangezogen.

Der Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ wurde während des dritten Kleingruppenunterrichts (Thema: Kontrastmittel), dessen Inhalt sich mit dem der Gruppen 7-12 deckt, für die Gruppen 1, 5 und 6 (Interventionsgruppe) freigeschaltet (s. Tabelle 2). Die Gruppen 2, 3 und 4 dienten als Kontrollgruppe (s. Abbildung 11).



<b>Interventions- gruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>	
<b>Gruppen 1, 5, 6 ab der 4. Woche</b>	<b>Gruppen 2, 3, 4 ab der 4. Woche</b>	<b>KGU</b>
<b>Power-Point-Präsentation Einführung &amp; Thorax + TED-Abfrage</b>		SDI 1
<b>Power-Point-Präsentation Thorax &amp; Abdomen + TED-Abfrage</b>		SDI 2
Kontrastmittel  <b>Intervention Lernkurs „Grund- lagen der Muster- erkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“</b>	Kontrastmittel	SDI 3
<b>Wiederholung Thorax + TED-Abfrage</b>		SDI 4
<b>Wiederholung Thorax &amp; Abdomen + TED-Abfrage</b>		SDI 5
Klausurfragen entfallen		

Tabelle 2: Inhaltsübersicht und Ablaufplan der Studie (KGU = Kleingruppenunterricht; SDI = Strahlendiagnostik)

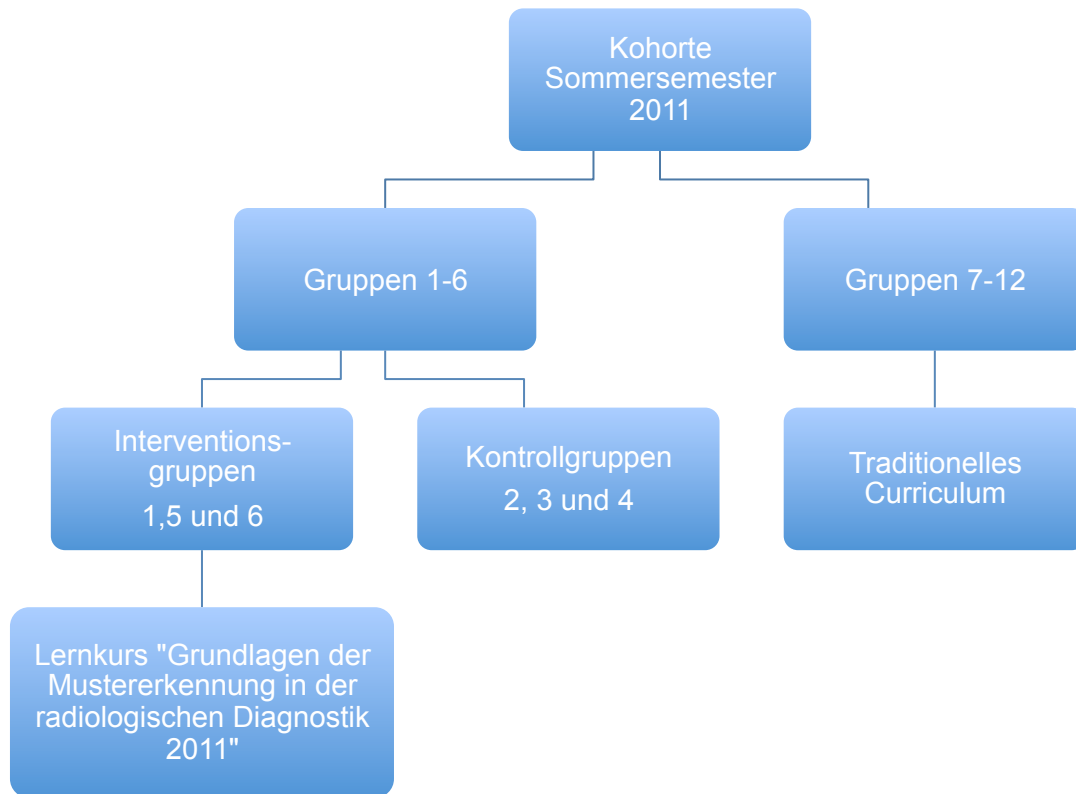


Abbildung 11: Kohorteneinteilung in Interventions- und Kontrollgruppe

## 2.4 Evaluation

### 2.4.1 Erstellung des Online-Fragebogens

Um die Akzeptanz der Studierenden bezüglich des neuen Lernkurses „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ sowie des neuen Kurskonzeptes im Kleingruppenunterricht von QB 11/1 zu untersuchen, wurde ein Online-Fragebogen auf der *k-med*-Lernplattform erstellt.

Zunächst wurde auf der Lernplattform ein Fragenpool entworfen. Die im Office-Programm *Microsoft Word* (Microsoft Office, Version 2011) vorformulierten Fragen wurden hier neu angelegt. Der Fragenpool ermöglicht, Antworten selbst zu formulieren oder aus der Datenbank auszuwählen. Beide Möglichkeiten wurden für die angelegten Fragen genutzt. Daraufhin wurde eine neue Umfrage mit dem Titel „Evaluation QB 11/1“ angelegt und die Fragen aus dem Fragenpool importiert. Der Fragebogen wurde nach Beendigung des Kleingruppenunterrichts für zwei Wochen auf der *k-med*-Lernplattform freigeschaltet. Die Studierenden der Gruppen 1 bis 6 wurden per E-Mail eingeladen, an der Umfrage teilzunehmen. Um eine möglichst große Rücklaufzahl zu erlangen, wurde die Ver-

öffentlichung der Ergebnisse der Abschlussklausur an die Teilnahme der Umfrage gekoppelt. Die Befragung der Studierenden erfolgte anonymisiert.

#### **2.4.2 Inhalt des Online-Fragebogens**

Der Fragebogen enthält insgesamt 17 Fragen. Davon beziehen sich 8 auf den Lernkurs und weitere 8 Fragen auf das neue Kurskonzept. Eine einleitende Frage bezüglich der Lernkursbearbeitung (ja/nein) führte entsprechende Gruppenmitglieder, die den Lernkurs nicht bearbeitet hatten, direkt zu den Fragen bzgl. des neuen Kurskonzeptes.

1. Haben Sie den Lernkurs "Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011" bearbeitet? (ja/nein)
2. Wie würden Sie Ihre Vorkenntnisse in Bezug auf Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik einschätzen?  
(Sehr gut/gut/befriedigend/ausreichend/mangelhaft)
3. Welche Schulnote würden Sie dem Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ geben? (1/2/3/4/5)
4. Statt Diagnosen auswendig zu lernen, zielt der Lernkurs darauf ab, Muster zu erkennen, klassifiziert zu beschreiben und auf verschiedene Organe/Strukturen zu übertragen. Halten Sie dieses Konzept für sinnvoll?  
(Sehr sinnvoll/eher sinnvoll/eher nicht sinnvoll/nicht sinnvoll/weiß nicht)
5. Die Inhalte des Lernkurses sind klar und verständlich. (Trifft zu/eher ja/eher nein/trifft nicht zu/weiß nicht)
6. Die Anzahl an Bildbeispielen ist ausreichend. (Trifft zu/eher ja/eher nein/trifft nicht zu/weiß nicht)
7. Durch den Lernkurs habe ich sehr viel gelernt. (Trifft zu/eher ja/eher nein/trifft nicht zu/weiß nicht)
8. Fällt Ihnen die Lokalisation und Beschreibung von Mustern mit Hilfe des Lernkurses leichter? (Trifft zu/eher ja/eher nein/trifft nicht zu/weiß nicht)
9. Haben Sie Verbesserungsvorschläge für den Lernkurs oder allgemeine Anregungen (freiwillige Angabe)? (Freitext)

10. *Das neue Kurskonzept von QB 11/1 zielt auf das Lesen und Verstehen von Bildern ab, was nur gelingt, wenn man viele Bilder sieht. Als Lernziele stehen dabei „Detect“ (Lokalisation) und „Describe“ (Mustererkennung) primär im Fokus.*

Ist der Kurs bzw. Kleingruppenunterricht hierfür hilfreich? (ja/eher ja/eher nein/nein/weiß nicht)

11. Soll das Kurskonzept beibehalten werden? (ja/nein/weiß nicht)

12. Soll das Konzept durch Bereitstellung von Volumendatensätzen (CT, MRT)

erweitert werden? (ja/nein)

13. Hat die Wiederholung der Bildbeispiele zur Vertiefung der Fertigkeiten beige

tragen? (ja/eher ja/eher nein/nein/weiß nicht)

14. Die TED-Abfrage bietet die Möglichkeit, ein individuelles Feedback zu geben!

Ist das für Sie wichtig? (ja/eher ja/eher nein/nein/weiß nicht)

15. Sollen die individuellen TED-Ergebnisse am Ende des Kurses zur Nachbearbeitung zur Verfügung gestellt werden? (ja/nein/weiß nicht)

16. Können Sie sich vorstellen, dass in Zukunft mit der unterrichtsbegleitenden TED-Abfrage die Notwendigkeit einer Multiple-Choice-Klausur entfallen kann (Ersatz des episodischen Lernens durch kontinuierliches Lernen!)? (ja/nein)

## 2.5 Datenerhebung

Zur Auswertung herangezogen wurden einerseits die user-tracking-Daten aus der *k-med*-Lernplattform bezüglich der Lernkurs-Bearbeitung, die TED-Ergebnisse des Kleingruppenunterrichts sowie die Ergebnisse des Online-Fragebogens nach Abschluss des Kleingruppenunterrichts. Einschlusskriterium für die Auswertung der Kleingruppen-Ergebnisse war die Teilnahme des jeweiligen Studierenden an beiden Seminarteilen.

### **2.5.1 User-Tracking auf der k-med-Lernplattform**

Die Lernplattform *k-med* erlaubt ein sogenanntes user-tracking. D.h. Daten über die Lernkursnutzung wie z.B. Anmeldungshäufigkeit und Bearbeitungsdauer sowie Zugriffshäufigkeit wurden automatisch gespeichert und können als Excel-Datei (XLS, von Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA) exportiert werden.

### **2.5.2 TED-Abstimmungssystem**

Das TED-Abstimmungssystem der GmbH IML interactive (ehemals mobiTED GmbH, Nürnberg), welches im Kleingruppenunterricht genutzt wurde, besteht aus einem Empfänger sowie einer beliebigen Anzahl an Sendern (s. Abbildung 12). Der Empfänger, welcher direkt an einen Computer angeschlossen ist, speichert die individuellen Daten als Excel-Tabellen. Es wurde zwischen Einzelergebnissen und teilnehmerbezogenen Daten der jeweiligen Gruppen unterschieden. Die Excel-Tabelle mit den Einzelergebnissen enthält für jeden Studierenden eine Auflistung der Einzel-Antworten sowie das Gesamtergebnis in Prozent. Die teilnehmerbezogenen Daten führen die absolute und prozentuale Zahl der richtig beantworteten Fragen auf. Die Ergebnisse wurden mit dem Statistik- und Analyseprogramm *Prism* (Version 5.0a, 2007) ausgewertet.



Abbildung 12: TED-Abstimmungssystem mit Empfängerstation

### 2.5.3 Online-Evaluation

Die Evaluation fand online auf der *k-med*-Lernplattform statt. Die Antworten der Studierenden konnten direkt auf der Plattform eingesehen werden. Zudem erlaubt die Lernplattform das Exportieren der Ergebnisse als Excel-Datei. Mit Hilfe von Excel wurden die Ergebnisse formatiert und als Balken-Diagramme dargestellt.

### 3 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Kleingruppenunterrichts, die user-tracking-Daten bezüglich der Lernkursbearbeitung, sowie die Umfrageergebnisse hinsichtlich des Lernkurses und des neuen Kurskonzeptes vorgestellt.

Vereinzelt fand im Kleingruppenunterricht ein Gruppentausch der Studierenden statt. In der Auswertung wurden diese Kandidaten ihrer ursprünglichen Gruppe zugeteilt. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 58 Studierenden entsprechend der Einschlusskriterien ausgewertet. 3 Studierende haben an einem der Termine nicht am Kleingruppenunterricht teilgenommen. Die Ergebnisse dieser Studierenden wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen. Vor dem ersten Wiederholungsseminar haben 16 Studierende den Lernkurs bearbeitet, vor dem zweiten Wiederholungsseminar 21 Studierende (s. Abbildung 13).

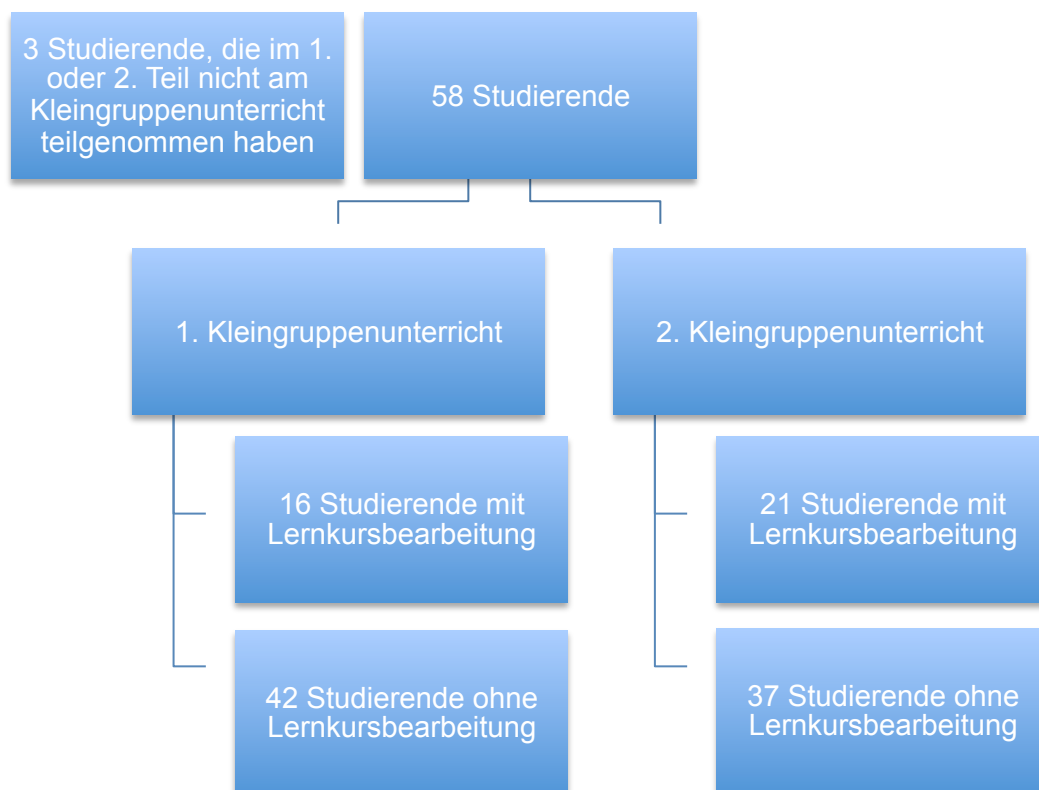


Abbildung 13: Studienpopulation

### 3.1 Ergebnisse im Kleingruppenunterricht

Die Ergebnisse der ersten zwei Kleingruppenunterrichtstermine und der Wiederholungseinheiten wurden jeweils für die Gruppe mit Lernkursbearbeitung (Interventionsgruppe) und ohne Lernkursbearbeitung (Kontrollgruppe) zusammengefasst. Insgesamt wurden 41 Fragen in die Auswertung miteinbezogen.

#### 3.1.1 Ergebnisse der Interventionsgruppe

Vor Bearbeitung des Lernkurses ergab der Mittelwert richtig beantworteter Fragen 43% ( $\pm 10$ ). Das schlechteste Ergebnis war 25%, das beste Ergebnis 67% richtig beantworteter Fragen. Nach Bearbeitung des Lernkurses steigerte sich der Mittelwert richtig beantworteter Fragen auf 65% ( $\pm 13$ ). Das schlechteste Ergebnis entsprach 41% sowie das beste Ergebnis 96% richtig beantworteter Fragen. Der Vergleich der Mittelwerte vor und nach Intervention bzw. Einführung des Lernkurses ergab eine Steigerung von 22%.

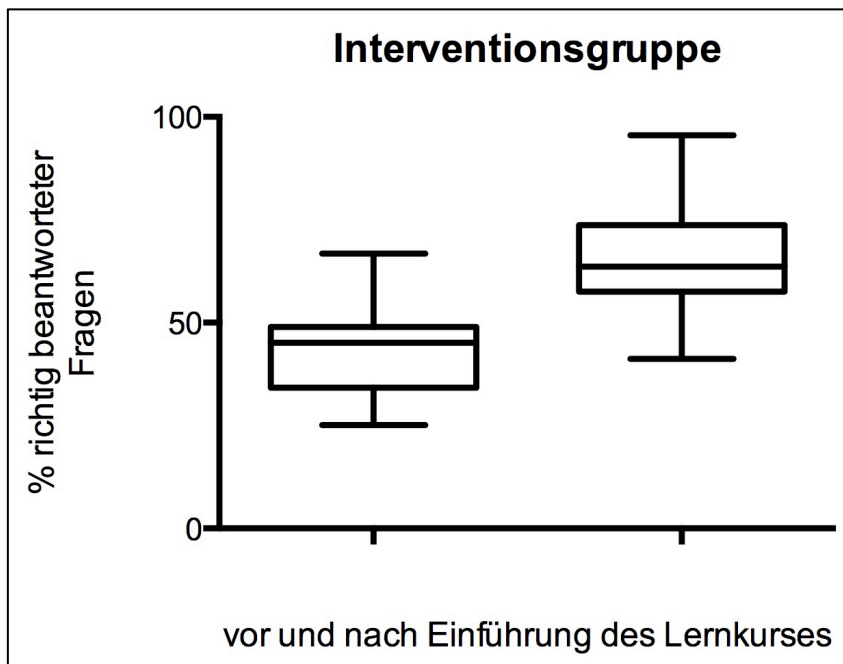


Abbildung 14: Boxplot-Diagramm der Interventionsgruppe vor und nach Einführung des Lernkurses

#### 3.1.2 Ergebnisse der Kontrollgruppe

Die Studierenden, die den Lernkurs nicht bearbeitet hatten, beantworteten die Seminarfragen im Mittel in 46% ( $\pm 11$ ) richtig. Das schlechteste Ergebnis war 20%, das beste 71%. Die alleinige Wiederholung der Fragen führte zu einer



Mittelwertsteigerung auf 70% ( $\pm 12$ ). Das niedrigste Ergebnis war 43%, das höchste Ergebnis wie auch in der Interventionsgruppe ergab 96%. Der Vergleich der Mittelwerte vor und nach Intervention ergab eine Steigerung von 24%.

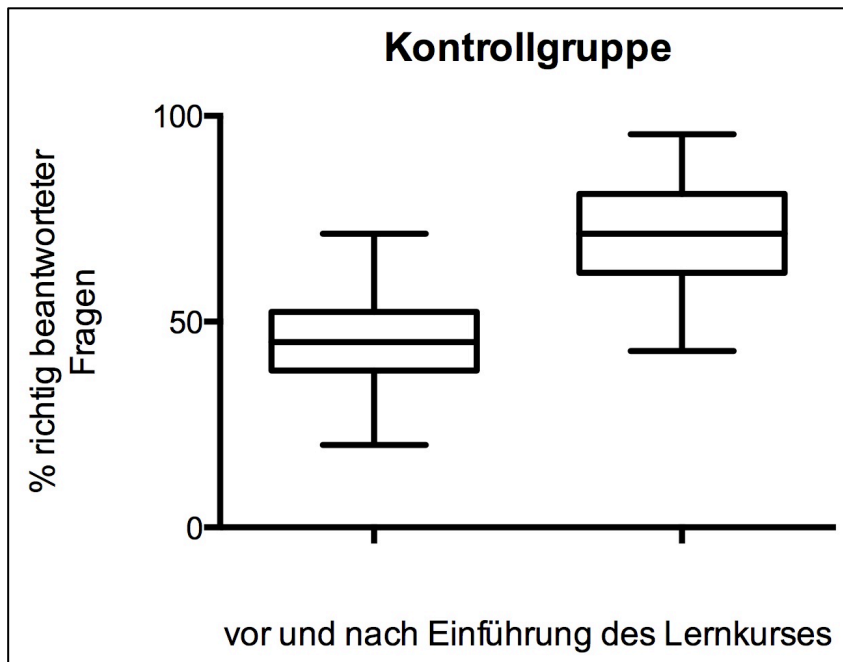


Abbildung 15: Boxplotdiagramm der Kontrollgruppe vor und nach Einführung des Lernkurses

### 3.1.3 Ergebnisvergleich Interventions- vs. Kontrollgruppe

Der Gruppenvergleich zeigt keinen statistisch signifikanten Unterschied bzgl. Häufigkeit der Richtigantworten zwischen Kontrollgruppe und Interventionsgruppe nach Wiederholung der Fragen ( $66 \pm 20\%$  vs.  $71 \pm 18\%$ ,  $p = 0,25$ ). Die relative Steigerung vor und nach Intervention bzw. alleinige Fragenwiederholung zeigt ebenfalls keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ( $22\%$  vs.  $24\%$ ).

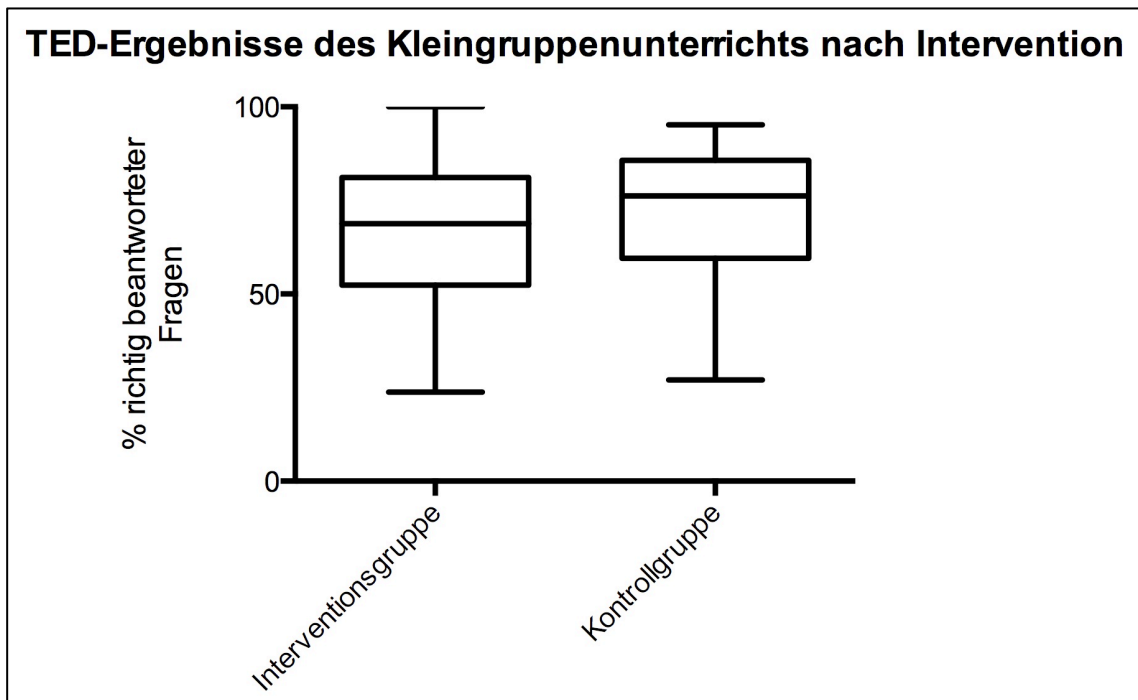


Abbildung 16: Boxplotdiagramm der Wiederholungsergebnisse Interventions- vs. Kontrollgruppe

### 3.2 Bearbeitung des Lernkurses

Insgesamt haben 26 Studierende den Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ geöffnet, davon haben 22 den Lernkurs bearbeitet. Die Gesamtbearbeitungszeit setzt sich aus den addierten Einzelsitzungen zusammen. Der Mittelwert ergibt eine durchschnittliche Bearbeitungszeit von 2:48 Stunden. Die längste Bearbeitung beträgt 16:23 Stunden, wobei man aufgrund der starken Abweichung vom Mittelwert nicht ausschließen kann, dass sich mehrere Studierende über die gleichen Anmeldedaten eingeloggt haben. Schließt man die längste Bearbeitungszeit aus, ermittelt man einen mittlere Bearbeitungszeit von 1:37 Stunden. Aufgrund der Tatsache, dass ein Teilnehmer nicht an allen Terminen anwesend war, wurden seine Ergebnisse nicht in die Auswertung miteinbezogen. Beim Rangkorrelations-Test nach Kendalls Tau konnte zwischen den TED-Wiederholungsergebnissen und Bearbeitungsdauer des Lernkurses kein signifikanter Trend beobachtet werden ( $r = -0,13$ ;  $p > 0,05$ ).

### 3.3 Ergebnisse der Umfrage

Die Umfrage „Evaluation QB 11/1“ beinhaltete im ersten Teil Fragen zum Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“, sowie im zweiten Teil Fragen bezüglich des neuen Kurskonzeptes im Kleingruppenunterricht. Insgesamt haben 59 von 61 Studierenden an der Umfrage teilgenommen. Dies entspricht einem Rücklauf von 97%.

#### 3.3.1 Bewertung des Lernkurses „Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“

***Welche Schulnote würden Sie dem Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ geben?***

18 der 34 Studierenden haben den Lernkurs als „gut“ benotet. Dies stellt die häufigste Antwort dar und entspricht 53%. 10 Studierende (29%) wählten befriedigend als zweithäufigste Auswahl, darauf folgt „ausreichend“ mit 4 Studierenden (12%). Sowohl „sehr gut“ als auch „mangelhaft“ wurden jeweils einmal ausgewählt (3%).



Abbildung 17: Ergebnisse „Schulnote“

***Wie würden Sie Ihre Vorkenntnisse in Bezug auf Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik einschätzen?***

Insgesamt 20 Studierende (61%) stufen ihre Vorkenntnisse in Bezug auf Mustererkennung als „ausreichend“ ein, weitere 6 (18%) als „mangelhaft“. 5 Studierende (15%) wählten „befriedigend“ als Antwort und jeweils ein Studierender (3%) „sehr gut“ sowie „gut“. Demnach schätzen 31 Studierende (94%) ihre Vorkenntnisse als befriedigend oder schlechter ein.



Abbildung 18: Ergebnisse „Vorkenntnisse“

***Statt Diagnosen auswendig zu lernen, zielt der Lernkurs darauf ab, Muster zu erkennen, klassifiziert zu beschreiben und auf verschiedene Organe/Strukturen zu übertragen. Halten Sie dieses Konzept für sinnvoll?***

15 Studierende (45%) erachten das Konzept als „sehr sinnvoll“, weitere 12 (36%) als eher sinnvoll. Demnach wählten 27 Studierende (81%) der Studierenden „sehr sinnvoll“ oder „eher sinnvoll“ als Antwort. Jeweils ein Studierender gab an, dass das neue Konzept „eher nicht sinnvoll“ bzw. „nicht sinnvoll“ sei (3%) und vier Studierende gaben „weiß nicht“ als Antwort (12%).

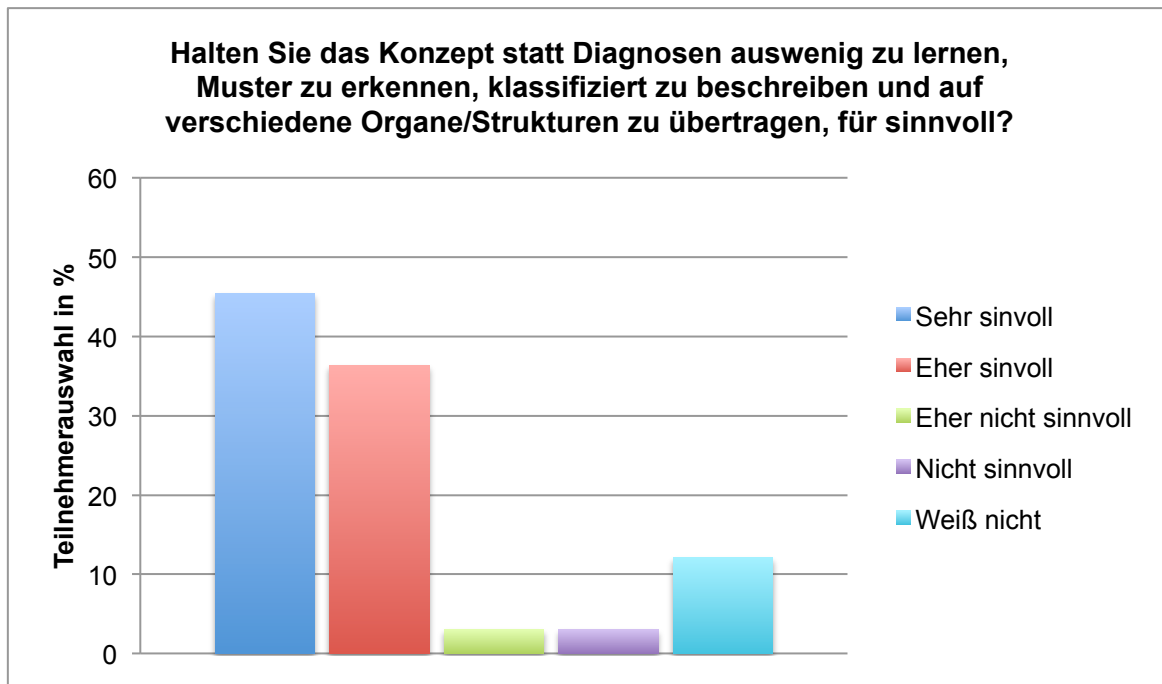


Abbildung 19: Ergebnisse „Neues didaktisches Konzept“

***Die Inhalte des Lernkurses sind klar und verständlich.***

Mit 19 Studierenden (58%) wählte die Mehrzahl „eher ja“ als Antwort. Für 7 Studierende (21%) traf die Aussage zu. Weitere 4 Studierende (12%) wählten „eher nein“, für einen Studierenden (3%) traf dies nicht zu und zwei Studierende (6%) gaben „weiß nicht“ als Antwort.

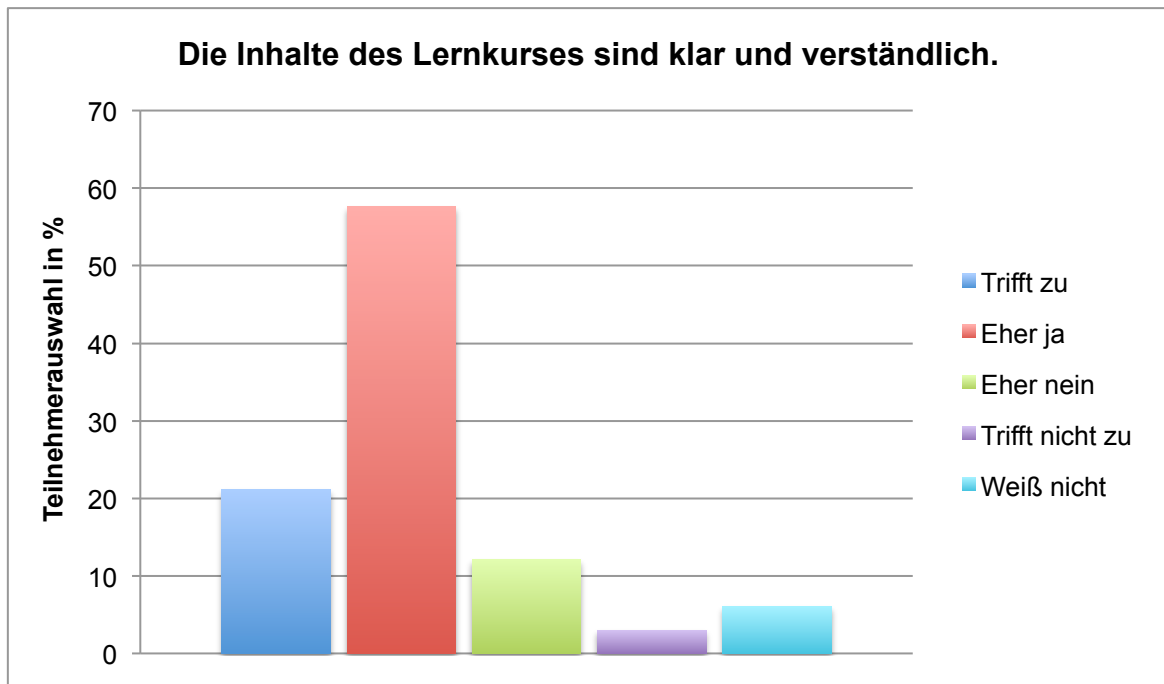


Abbildung 20: Ergebnisse „Inhalte des Lernkurses“

***Die Anzahl an Bildbeispielen ist ausreichend.***

Die Mehrheit der Studierenden war mit der Anzahl an Bildbeispielen zufrieden und wählte „trifft zu“ (5 Studierende, 15%) und „eher ja“ (15 Studierende, 45%). 7 Studierende (21%) („eher nein“) und ein Studierender (3%) („trifft nicht zu“) wünschten sich mehr Bilder. 5 Studierende (15%) gaben „weiß nicht“ als Antwort.

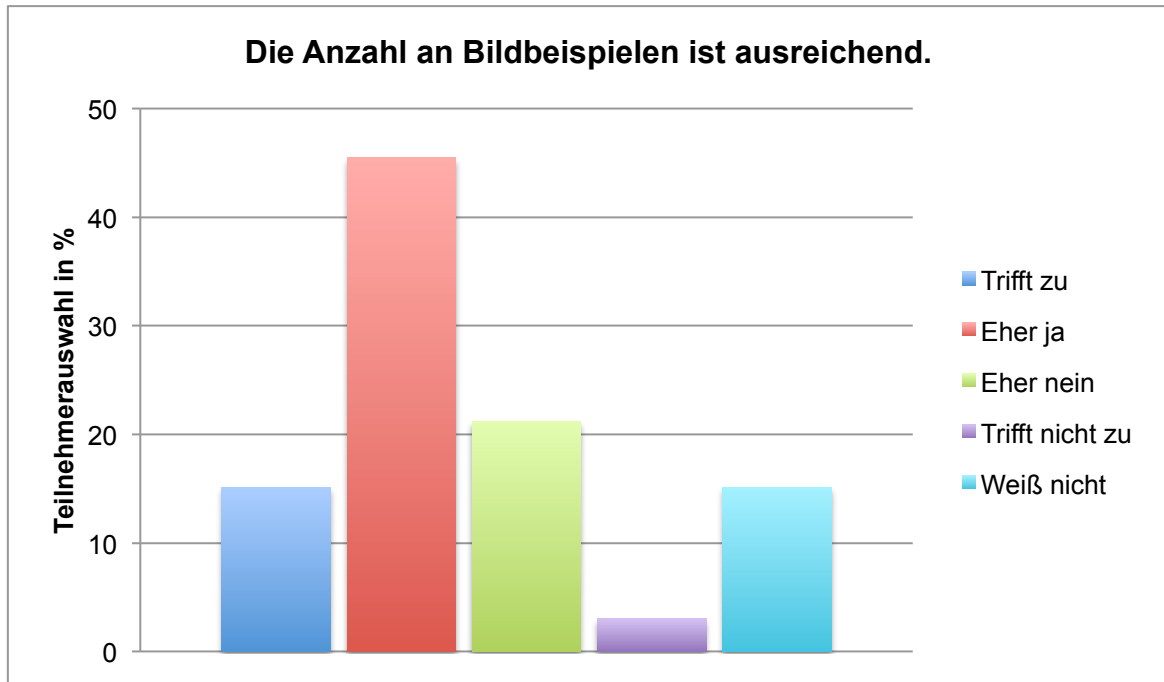


Abbildung 21: Ergebnisse „Anzahl Bildbeispiele“

***Durch den Lernkurs habe ich sehr viel gelernt.***

3 Studierende (9%) stimmten der Aussage zu, 15 (45%) wählten „eher ja“ als Antwort. Weitere 7 Studierende (21%) gaben „eher nein“ an, ein Studierender (3%) stimmte der Aussage nicht zu und die Übrigen 7 (21%) wählten „weiß nicht“ als Antwort.

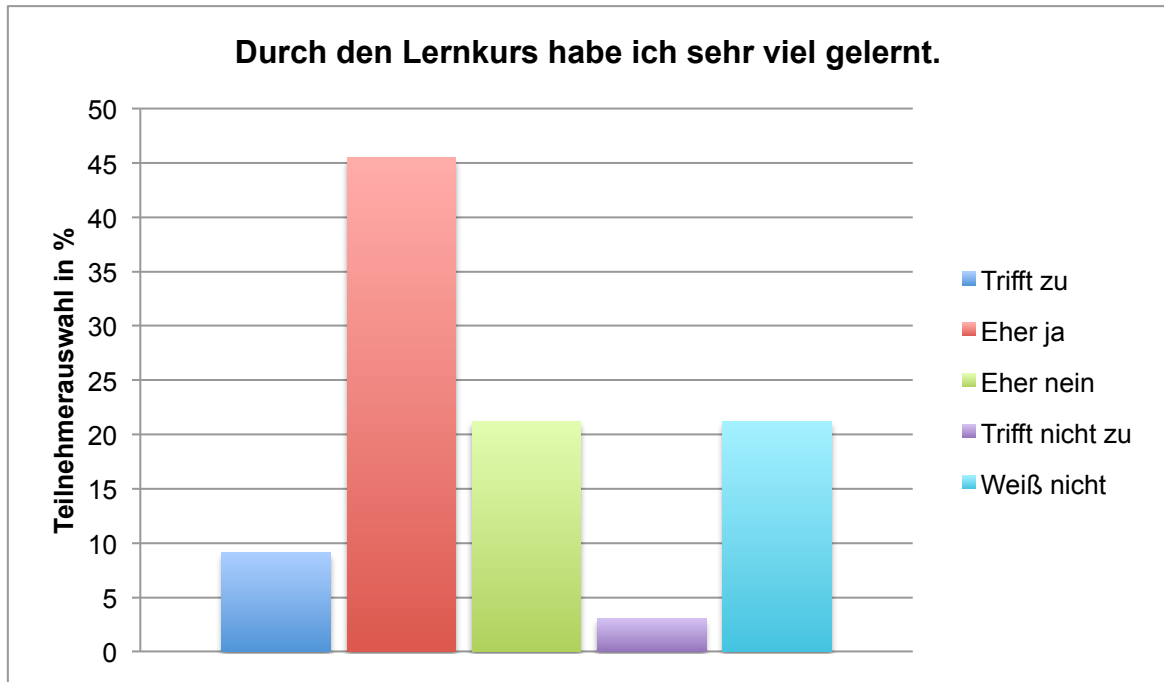


Abbildung 22: Ergebnisse „Lerneffekt“

***Fällt Ihnen die Lokalisation und Beschreibung von Mustern mit Hilfe des Lernkurses leichter?***

Eine Mehrheit von 63,64% gab an, dass dies zutreffe (3 Studierende, 9%) bzw. eher zutreffe (18 Studierende, 55%). 4 Studierende 12% stimmte „eher nein“ und 8 Studierende (24%) wählte „weiß nicht“ als Antwort. Keiner der Studierenden wählte „trifft nicht zu“ als Möglichkeit.



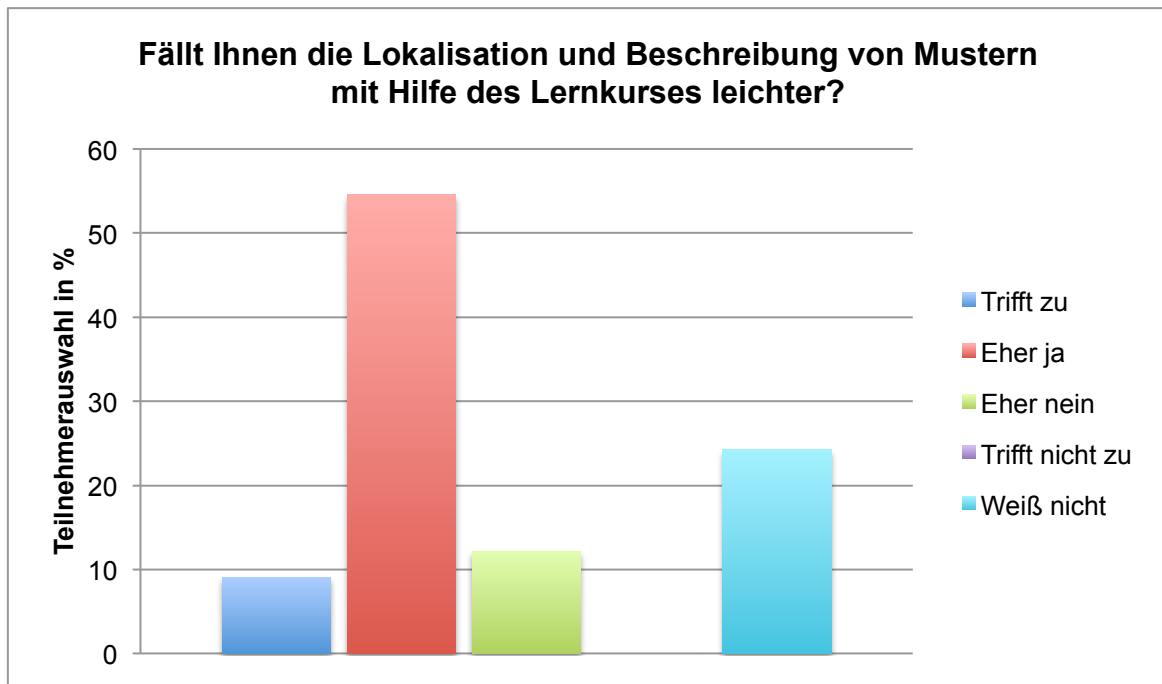


Abbildung 23: Ergebnisse „Mustererkennung und -beschreibung“

***Haben Sie Verbesserungsvorschläge für den Lernkurs oder allgemeine Anregungen (freiwillige Angabe)? (Freitext)***

Insgesamt 5 Studierende (15%) gaben Anregungen an:

- „Ich fand den Lernkurs sehr hilfreich – beim zweiten Durchgang der radiologischen Bilder im Kurs (Kleingruppenunterricht) konnte ich viele für mich viel besser klassifizieren und beschreiben. Vor allem die Bildbeispiele und Erläuterungen dazu sind sehr hilfreich!“
- „Man sollte den Lernkurs viel eher bekommen, 3 Tage vor dem Kurstag reich(t) absolut nicht, vor allem weil wir unsere Planung ja nicht nur auf diesen Radio Lernkurs auslegen. Er war gut, aber aus Zeitmangel musste ich ihn ganz schnell machen.“
- „Vor den ersten Seminaren sollte den Studenten die Möglichkeit gegeben werden, wenigstens einen winzigen Einblick in die Materie erhalten zu können, da man sonst überhaupt keine Ahnung hat, auf was man achten soll.“

### 3.3.2 Bewertung des neuen Kurskonzeptes

**Das neue Kurskonzept von QB 11/1 zielt auf das Lesen und Verstehen von Bildern ab, was nur gelingt, wenn man viele Bilder sieht. Als Lernziel stehen dabei „Detect“ (Lokalisation) und „Describe“ (Mustererkennung) primär im Fokus.**

#### ***Ist der Kurs bzw. Kleingruppenunterricht hierfür hilfreich?***

20 Studierende (34%) fanden den Kurs hilfreich, 22 Studierende (37%) gaben „eher ja“ als Antwort. Jeweils 6 Studierende (10%) wählten „eher nein“ und „weiß nicht“. Die verbliebenen 5 Studierenden (8%) fanden den Kurs nicht hilfreich.

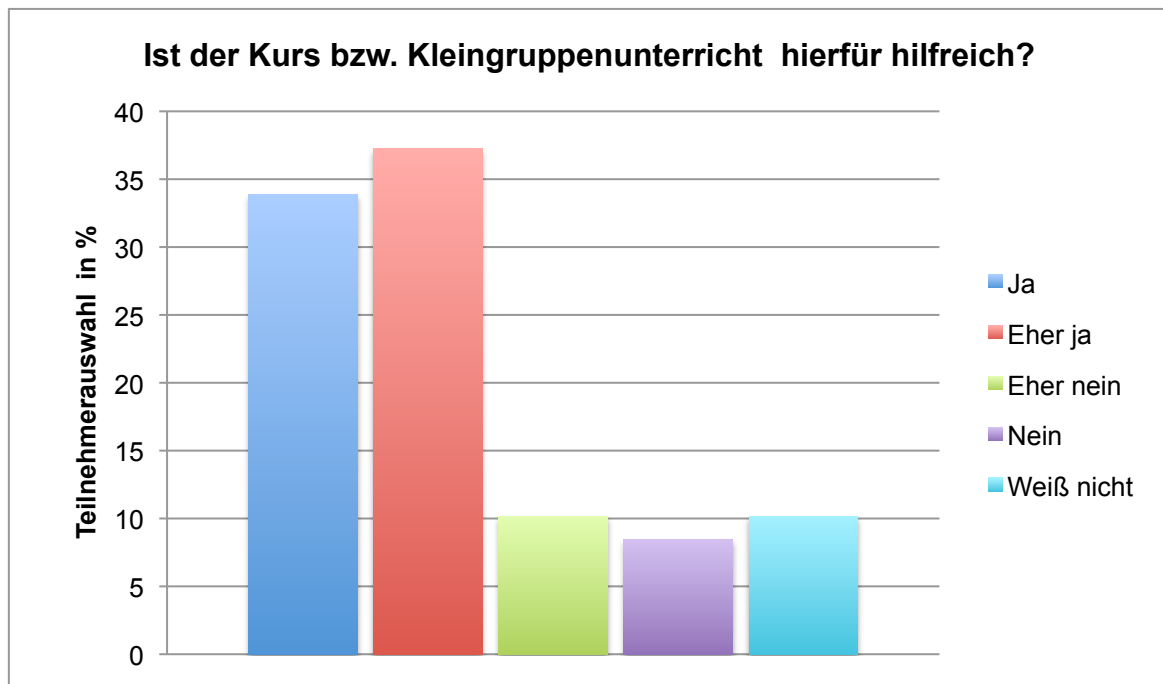


Abbildung 24: Ergebnisse „Neues Kurskonzept“

#### ***Soll das Kurskonzept beibehalten werden?***

27 Studierende (46%) wünschen sich die Beibehaltung des Kurses, wohingegen 11 (19%) dagegen stimmten. 21 (36%) der Teilnehmer gaben „weiß nicht“ an.

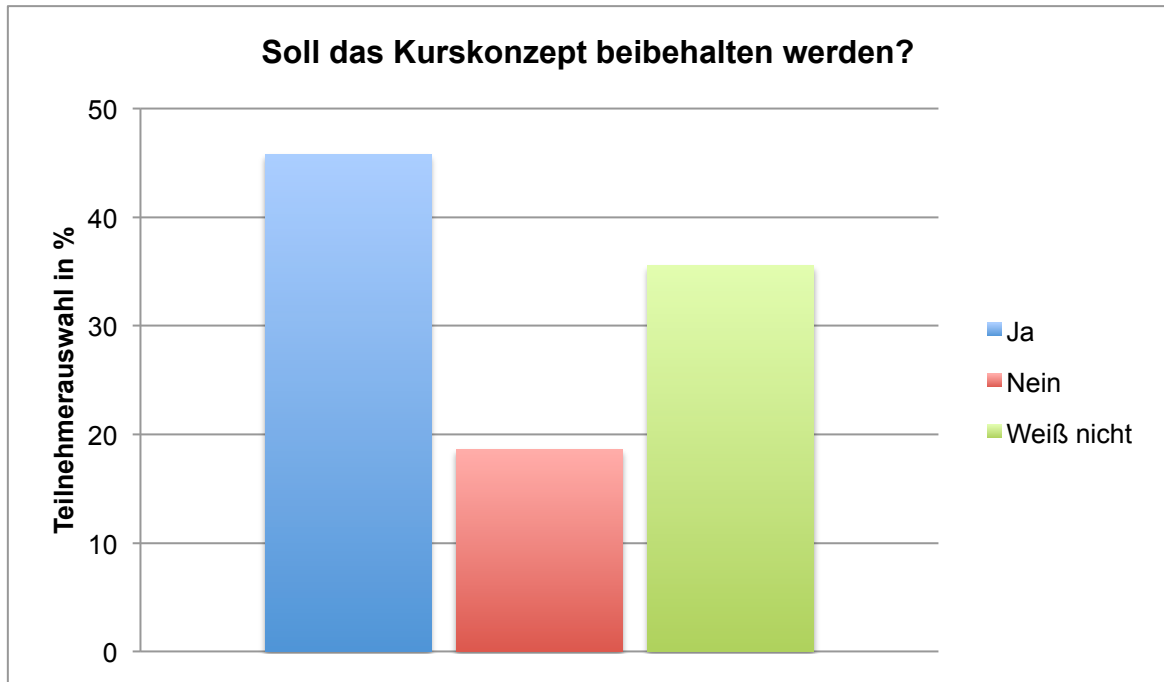


Abbildung 25: Ergebnisse „Beibehaltung des neuen Kurskonzeptes“

***Soll das Konzept durch Bereitstellung von Volumendatensätzen (CT, MRT) erweitert werden?***

Die Mehrheit der Studierenden ( $n = 39$ ) wäre für eine Erweiterung mittels Volumendatensätze (66%). Jeweils 10 (17%) stimmten dagegen bzw. wählten „weiß nicht“.

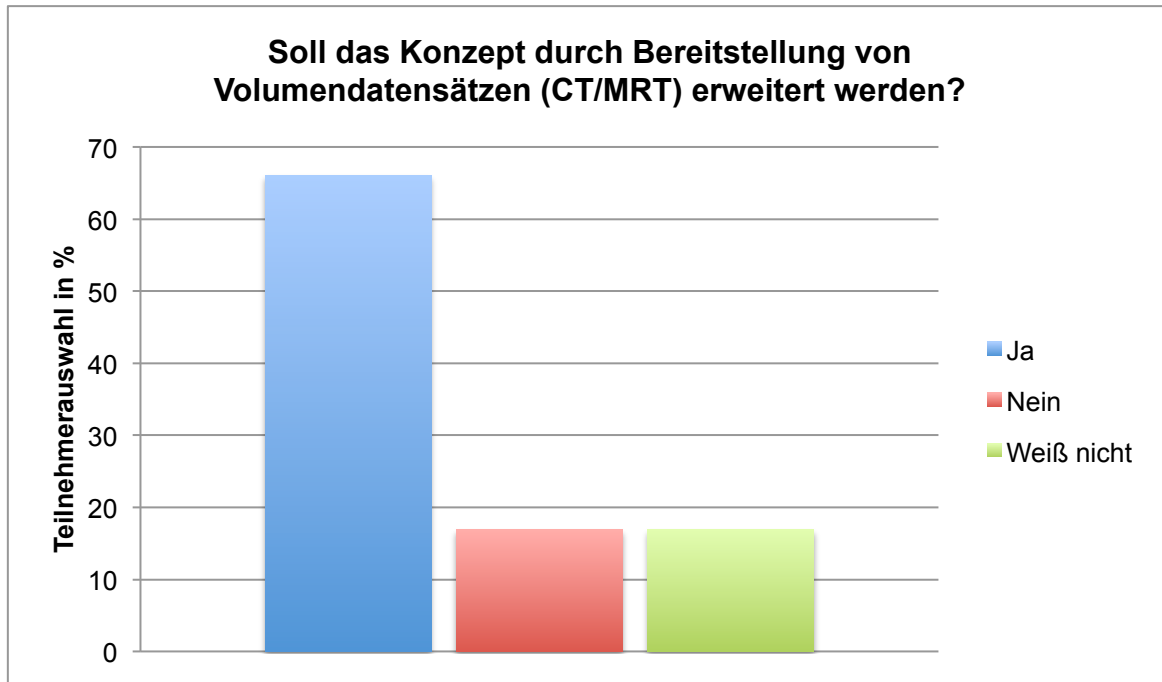


Abbildung 26: Ergebnisse „Bereitstellung von Volumendatensätzen“

***Hat die Wiederholung der Bildbeispiele zur Vertiefung der Fertigkeiten beigetragen?***

Knapp über die Hälfte der Studierenden wählte „ja“ (17 Studierende, 29%) oder „eher ja“ (15 Studierende, 25%) als Antwort. 13 Studierende (22%) wählten „eher nein“ als Antwort. 7 Studierende (12%) wählten gleichermaßen „nein“ bzw. „weiß nicht“.

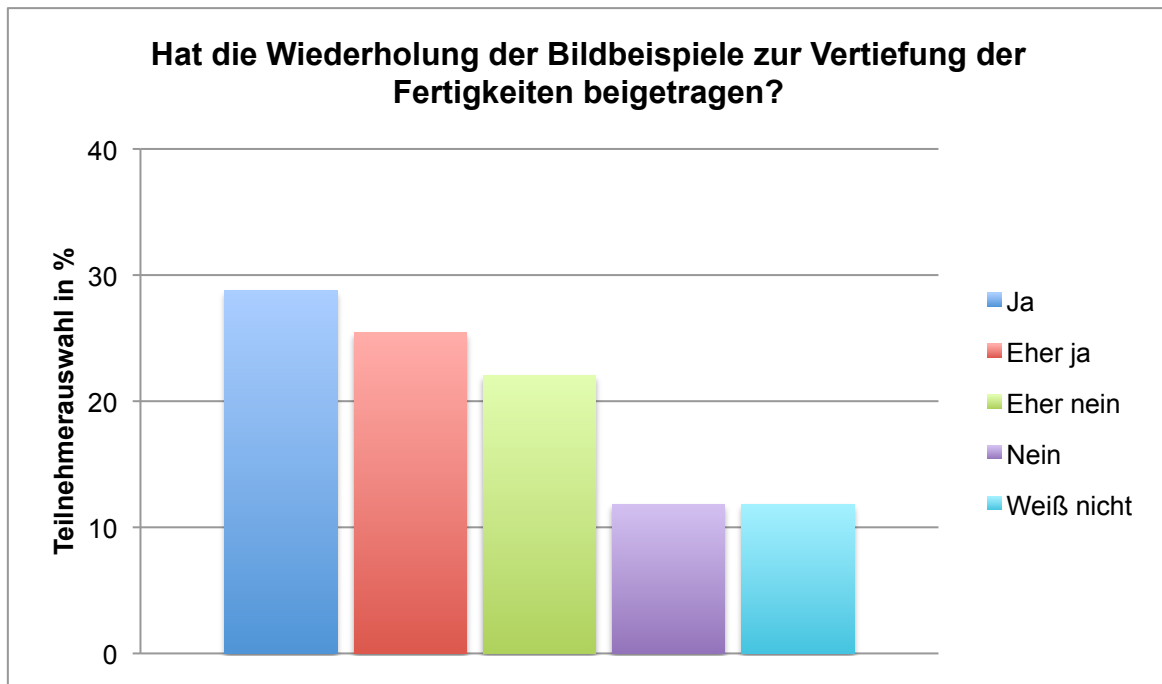


Abbildung 27: Ergebnisse „Effekt der Wiederholung von Bildbeispielen“

***Die TED-Abfrage bietet die Möglichkeit, ein individuelles Feedback zu geben! Ist das für Sie wichtig?***

Über die Hälfte der Studierenden hält das Feedback durch die TED-Abfrage für wichtig (27 Studierende, 46%) bzw. eher wichtig (13 Studierende, 22%). Dagegen wählten 11 Studierende (19%) „eher nein“ und jeweils 4 Studierende (7%) „nein“ und „weiß nicht“ als Antwortmöglichkeit.

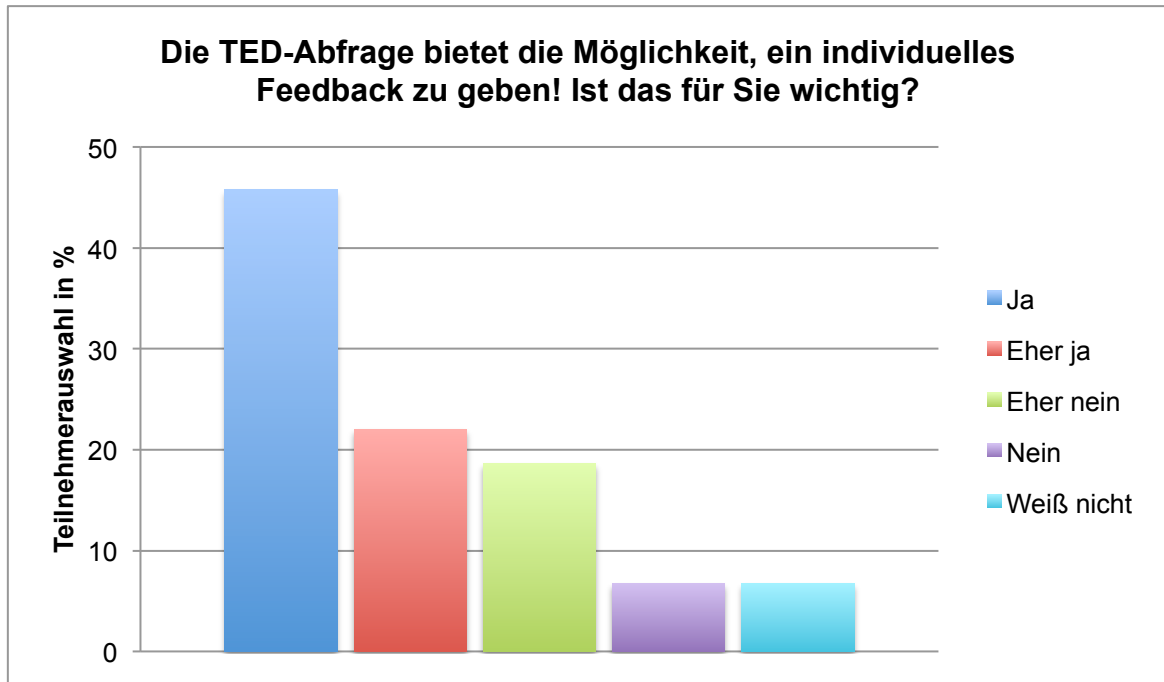


Abbildung 28: Ergebnisse „TED-Abfrage“

***Sollen die individuellen TED-Ergebnisse am Ende des Kurses zur Nachbearbeitung zur Verfügung gestellt werden?***

Die Mehrheit der Studierenden wählte „ja“ (33 Studierende, 56%) als Antwort. 11 Studierende (19%) stimmten dagegen für „nein“ und weitere 15 Studierende (25%) für „weiß nicht“.

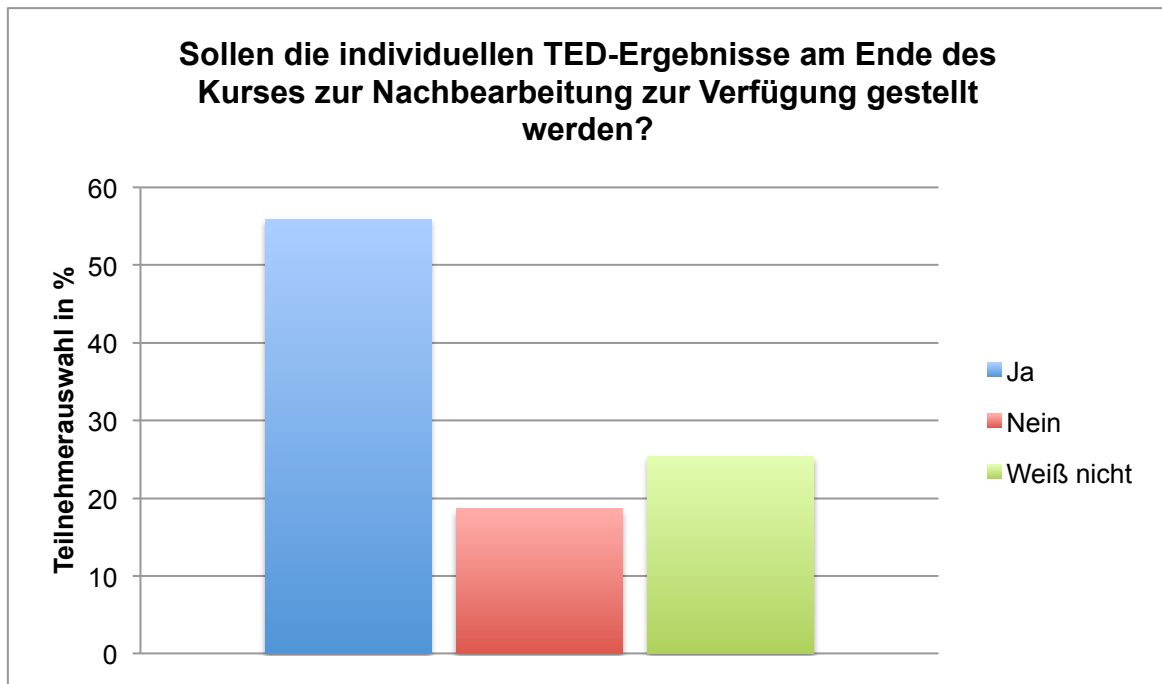


Abbildung 29: Ergebnisse „Veröffentlichung der TED-Ergebnisse“

***Können Sie sich vorstellen, dass in Zukunft mit der unterrichtsbegleitenden TED-Abfrage die Notwendigkeit einer Multiple-Choice-Klausur entfallen kann (Ersatz des episodischen Lernens durch kontinuierliches Lernen!)?***

Die gleiche Anzahl der Studierenden (33 Studierende bzw. 55,93%) wie bei der vorangegangenen Frage, kann sich vorstellen, dass die TED-Abfrage eine Multiple-Choice-Klausur ersetzen könnte. 14 Studierende 24% stimmten dagegen und weitere 12 Studierende (20%) wählten „weiß nicht“.

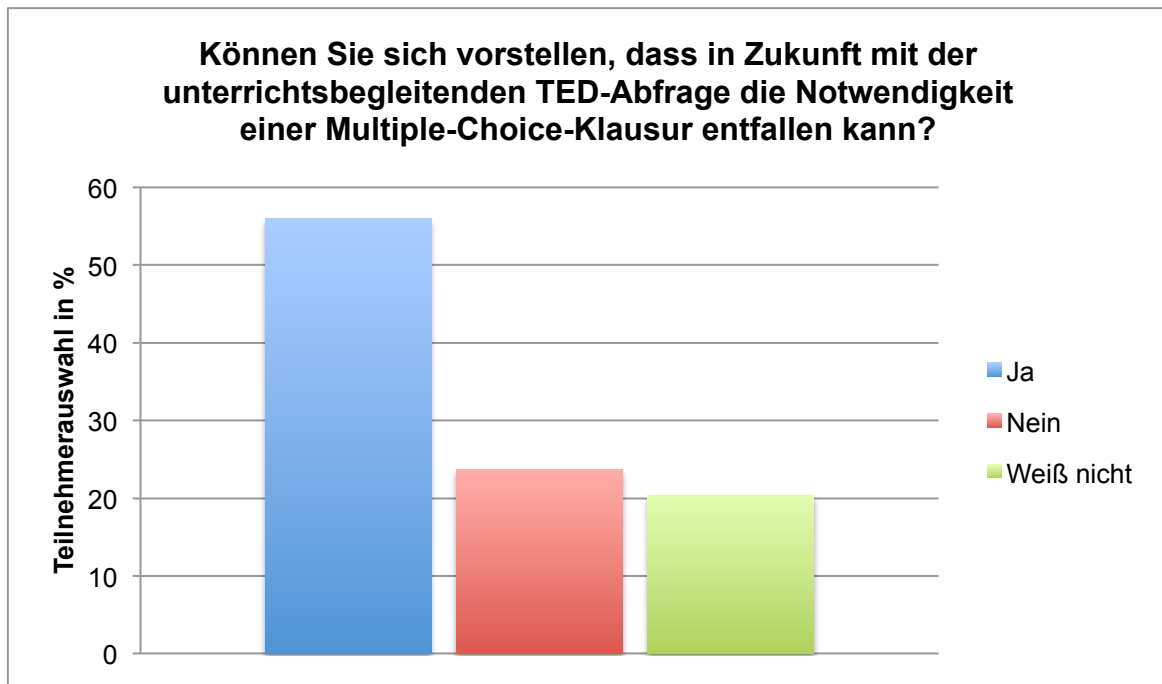


Abbildung 30: Ergebnisse „Wegfall der MC-Klausur durch TED-Abfrage“



## 4 Diskussion

Für die vorliegende Studie wurde der Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ entwickelt. Er wurde erstmals im Sommersemester 2011 im Rahmen eines neu erstellten Kurskonzeptes innerhalb der Lehrveranstaltung „Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung, Strahlenschutz QB 11/1“ eingesetzt. Zielsetzung des Lernkurses sollte die Ergänzung und Verbesserung des radiologischen Grundverständnisses der Studierenden in Bezug auf radiologische Mustererkennung sein. Der neue didaktische Ansatz – Lehre der Mustererkennung mittels Klassifikationen für parenchymatöse Organe, tubuläre Strukturen und Körperhöhlen, statt Diagnosen nach Körperregionen auswendig zu lernen – sollte kritisch evaluiert werden. In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob die Bearbeitung des Lernkurses zu einer Verbesserung der Ergebnisse im Kleingruppenunterricht führte. Zudem sollte die Akzeptanz der Studierenden bezüglich der neuen Vermittlung von radiologischer Mustererkennung und des neuen Kurskonzeptes erhoben werden.

Die Freischaltung für den Lernkurs erfolgte nur für eine Hälfte der Studierenden (Interventionsgruppe) im zweiten Teil von QB 11/1 (Kleingruppenunterricht). Die andere Hälfte diente als Kontrollgruppe. Alle untersuchten Gruppen hatten jeweils zwei Kleingruppenunterrichtstermine vor und nach Freischaltung des Lernkurses, auf denen sich die Studierenden mit Hilfe von Power-Point-Präsentationen vorbereiten sollten. Innerhalb des Kleingruppenunterrichts erfolgte eine Wissensüberprüfung mittels TED-Analyse. Am Ende der Unterrichtsveranstaltung wurden der Lernkurs und das neue Kurskonzept mittels Fragebogens evaluiert. Die Ergebnisse der beiden Gruppen (mit Lernkursbearbeitung und ohne), die user-tracking-Daten der Lernkursbearbeitung, sowie die Ergebnisse der Evaluation wurden zur Auswertung herangezogen.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse ergab im Gruppenvergleich (Interventions- vs. Kontrollgruppe) keinen statistisch signifikanten Unterschied der Ergebnisse im Kleingruppenunterricht, sodass die Nullhypothese beibehalten werden muss. Die Evaluation zeigte, dass der Großteil der Befragten dem neuen Vermittlungsansatz von Mustererkennung wie es der Lernkurs zum Ziel hat-

te, positiv gegenüber steht. Die Mehrheit der Studierenden bewertete das neue Kurskonzept ebenfalls überwiegend positiv.

In den folgenden Unterkapiteln geht es um die kritische Auseinandersetzung der Methoden und Ergebnisse der vorliegenden Studie. Zudem befasst sich die Diskussion mit den Konsequenzen für die Lehre der Mustererkennung im radiologischen Curriculum.

#### **4.1 Vergleichbare Studien**

Mustererkennung bildet die Grundlage der radiologischen Bildbefundung. Der Radiologe geht nach einem bestimmten Schema vor, indem er physiologische Muster und pathologische Muster voneinander unterscheidet. Aus radiologischer Sicht lässt sich der menschliche Körper in Strukturen wie parenchymatöse Organe, tubuläre Strukturen und Körperhöhlen unterteilen. Innerhalb dieser Strukturen kommen jeweils typische Muster vor. Diese gilt es zu identifizieren bzw. zu interpretieren und nach differenzialdiagnostischer Abwägung eine Diagnose aufzustellen.

Der Begriff Mustererkennung spielt im technischen Bereich bei der Entwicklung und Verbesserung der automatischen bzw. computer-assistierten-Diagnose (CAD) bzw. Mustererkennung eine Rolle. Im Wesentlichen geht es um den gleichen Grundgedanken: dass bestimmte gleichartige Muster erkannt und einer Kategorie zugeordnet werden. Während die Literaturrecherche eine Vielzahl an wissenschaftlichen Studien bzgl. CAD in der Radiologie aufweist, gibt es zum jetzigen Zeitpunkt, sofern öffentlich zugänglich, keine entsprechenden Studien zur Mustererkennung im radiologischen Curriculum für Studierende. Trotz der Tatsache, dass die Mustererkennung einen grundlegenden Bestandteil in der Radiologie einnimmt, konnte dementsprechend kein Korrelat für den Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ mit den für die Studierenden neu entwickelten Musterklassifikationen, gefunden werden.

#### **4.2 Kritische Bewertung der Ergebnisse**

Zu Beginn des Sommersemesters 2011 wurden die Studierenden in der Einführungsveranstaltung über das neue Kurskonzept innerhalb der Lehrveranstaltung

QB 11/1 informiert. Die Kohorte umfasst insgesamt 12 Gruppen. Um didaktische Unterschiede durch den Dozenten zu vermeiden, wurde die Kohorte aufgeteilt und die Gruppen 1-6 für die vorliegende Studie rekrutiert. Die Gruppenteilnehmer (61 Studierende) wurden ausschließlich von Prof. Dr. K.J. Klose unterrichtet. Die Zuteilung der Studierenden in die jeweiligen Gruppen erfolgte zu Beginn des Semesters nach der Gruppeneinteilung durch das Studiendekanat.

Alle sechs Gruppen nahmen an vier Seminaren innerhalb des Kleingruppenunterrichts teil. Zur Vorbereitung der Seminare wurden den Studierenden zwei Power-Point-Präsentationen (s. Anhang B), welche durch Prof. Dr. K.J. Klose mit inhaltlicher Berücksichtigung des Kleingruppenunterrichts erstellt wurden, zum Durcharbeiten auf der kmed-Lernplattform zur Verfügung gestellt. Während der ersten beiden Termine sollten die Studierenden per TED Fragen in Anlehnung an die Inhalte der Power-Point-Präsentationen zur Überprüfung des Eigenstudiums beantworten. Der dritte und vierte Termin diente als Vergleich, inwieweit sich die Ergebnisse durch die Bearbeitung des Lernkurses bzw. die Wiederholung der Fragen geändert haben. Die Interventionsgruppe wurde zur Bearbeitung des Lernkurses „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ und Vorbereitung auf die Wiederholungsseminare freigeschaltet. Durch die gleiche Länge an Vorbereitungszeit, sollten Einflussfaktoren auf die Ergebnisse minimiert werden. Die Gruppen 2, 3 und 4 dienten als Kontrollgruppe.

	Kleingruppen- unterricht 1+2	Intervention Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“	Wiederholung Kleingrup- penunterricht 1+2
Interventions- Gruppen (Gruppen 1, 5, 6)	✓	✓	✓
Kontroll-Gruppen (KG) (Gruppen 2, 3, 4)	✓	x	✓

Tabelle 3: Übersicht der Interventions- und Kontrollgruppe im Sommersemester 2011

#### **4.2.1 Freischaltung des Lernkurses**

Die logistische Planung der Studie beinhaltete, dass die Studierenden der Interventionsgruppe jeweils eine Woche vor dem dritten Seminar, d.h. dem ersten Wiederholungsteil, den Lernkurs zur Bearbeitung freigeschaltet bekommen sollte. Diese Freischaltung sollte in Form einer Benachrichtigung, dass der Lernkurs auf dem persönlichen Schreibtisch des jeweiligen Studierenden vorzufinden sei, per Email stattfinden. Für die erste Gruppe konnte dies aufgrund logistischer Mängel nicht sichergestellt werden. Demnach konnte der erste Wiederholungsteil dieser Gruppe nicht in die Bewertung einfließen.

#### **4.2.2 Gruppentausch**

Prinzipiell hatte jeder Studierende der Gruppen 1-6 die Möglichkeit, einen Gruppentausch innerhalb der Interventions- bzw. Kontrollgruppe vorzunehmen. Vereinzelt wurde dies auch vollzogen. Die Ergebnisse des Kleingruppenunterrichts wurden bei der Ergebnisanalyse jedoch so bewertet, als hätten die Studierenden in ihrer ursprünglichen Gruppe am Seminar teilgenommen. Insgesamt kam es drei Mal zu einem Gruppentausch. In drei Fällen fehlten Studierende im Seminar, diese Teilnehmer wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen.

#### **4.2.3 User-tracking-Daten**

Der Lernkurs wurde zwar nur der Interventionsgruppe auf dem persönlichem Schreibtisch zur Verfügung gestellt, jedoch schließt dies eine Fremdnutzung der übrigen Gruppenteilnehmer nicht aus. Trotz der Tatsache, dass die Nutzungsdauer zwischen den Studierenden erheblich schwankt, weicht eine Dauer von 16 Stunden doch weit vom Durchschnittswert von 2 Stunden und 48 Minuten ab. Die Statistik legt die Vermutung nahe, dass die Zugangsdaten eines Teilnehmers weitergegeben wurden und ggf. eine Fremdnutzung stattgefunden haben könnte. In der Evaluation am Ende der Kursveranstaltung haben zudem 33 Studierenden bei der Frage, ob sie den Lernkurs bearbeitet hätten, mit „ja“ geantwortet, d.h. 12 Studierende mehr als eigentlich Zugang zum Lernkurs haben sollten. Diese Tatsache könnte zu einer Verfälschung der Ergebnisse ge-

führt haben und muss demnach bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden.

#### **4.2.4 Kleingruppenunterricht**

Limitierende Faktoren der Studie zeigten sich bei der Durchführung des Kleingruppenunterrichts. Das erste Seminar innerhalb des Kleingruppenunterrichts umfasste 22, das zweite Seminar umfasste 19 Fragen. Die Antwortmöglichkeiten beinhalten sowohl Fragen im Forced-Choiced-Format, sowie Fragen mit Kombinationsmöglichkeiten als Antworten. Zunächst wurden Bilder gezeigt, daraufhin folgten jeweils zwei dazugehörige Fragen auf Folgefolien. Studierende gaben nach dem Kleingruppenunterricht mehrfach die Rückmeldung, dass sie es als sinnvoller empfanden, Bilder und Fragen parallel sichtbar zu machen. Mehrfachantworten waren fast immer richtig, sodass in gewisser Hinsicht eine Konditionierung stattgefunden haben könnte. Zudem hat sich herausgestellt, dass die Studierenden bei Kombinationsfragen eher zum Raten tendierten und die Antwort mit der größten Kombinationsmöglichkeit als Antwort wählten. Aufgrund dessen muss man bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigen, dass dies bei nachgeschalteten Fragen ggf. auch zu Folgefehlern geführt haben könnte. Diesbezüglich wäre eine größere Variabilität hinsichtlich der Fragenform in zukünftigen Studien sinnvoll.

#### **4.2.5 Stichprobenumfang**

Aufgrund der relativ kleinen Stichprobe, ist die Studie als explorativ zu werten und dient als Grundlage für weitere Untersuchungen.

#### **4.2.6 Kleingruppenunterricht mit TED-Test**

Die alleinige Wiederholung von Fragen kann zu einer Verbesserung der Ergebnisse führen, auch als „Recall-Bias“ bekannt (Weiß 2010). Aufgrund dieses Effektes wurde eine Kontroll-Gruppe zum Vergleich gestellt.

Weiterhin muss bei der Bewertung der Ergebnisse berücksichtigt werden, dass das alleinige Wissen Teilnehmer einer Studie zu sein zu einer Verhaltensänderung führen kann. Studierende in der Interventionsgruppe strengen sich womöglich mehr an, Studierende in der Kontrollgruppe sind eventuell demotiviert,

zumal sie den Lernkurs nicht bearbeiten dürfen (Hawthorne-Effekt) (Dudenredaktion 2013a) (Weiß 2010) (Moja, Moschetti et al. 2008).

Vor Bearbeitung des Lernkurses ergab der Mittelwert richtig beantworteter Fragen 43% ( $\pm 9,6$ ). Nach Bearbeitung des Lernkurses steigerte sich der Mittelwert auf 65% ( $\pm 12,5$ ). Der Vergleich der Mittelwerte vor und nach Intervention bzw. Einführung des Lernkurses ergibt eine Steigerung von 22%.

Ähnliche Ergebnisse lieferten die Studierenden, die den Lernkurs nicht bearbeitet hatten. Sie beantworteten die Seminarfragen im Mittel in 46% ( $\pm 10,6$ ) richtig. Die alleinige Wiederholung der Fragen führte zu einer Mittelwertsteigerung auf 70% ( $\pm 11,9$ ). Der Vergleich der Mittelwerte vor und nach Intervention ergibt eine Steigerung von 24,4%.

Die antizipierte Ergebnisverbesserung durch die Implementierung des Lernkurses trat nicht ein. Im Gegenteil, im Wiederholungsteil erzielte die Kontrollgruppe insgesamt bessere Ergebnisse als die Gruppe, die den Lernkurs bearbeitet hatte. Jedoch lagen bereits die Ergebnisse der ersten Kleingruppenunterrichtstermine der Kontrollgruppe etwas höher, als in der Interventionsgruppe. Der Vergleich beider Gruppen zeigt keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Ergebnisse.

#### **4.2.7 Ergebnisse der Umfrage**

Aufgrund der Kopplung der Umfrageteilnahme an die Veröffentlichung der Klausurergebnisse, war der Rücklauf mit 97% sehr gut.

Obwohl der Lernkurs nur der Interventionsgruppe zugänglich sein sollte (21 Studierende), haben 33 der Studierenden die Frage *Haben Sie den Lernkurs "Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011" bearbeitet? (ja/nein)*, mit ja beantwortet. Demnach haben diese Studierende sowohl die Fragen zum Lernkurs, als auch zum neuen Kurskonzept beantwortet. Die übrigen Studierenden wurden automatisch zu den Fragen bezüglich des neuen Kurskonzeptes weitergeleitet.

Dem Lernkurs wurde insgesamt in 56% die Schulnote „gut“ oder besser gegeben. Hier hätte man eine bessere Bewertung erwartet. Insbesondere in Anbetracht der Tatsache, dass 82% das Lernkurskonzept mit „sehr sinnvoll“ und „eher sinnvoll“ bewertet wurde. Insgesamt hielten nur 6% der Studierenden das

Konzept Muster zu erkennen, klassifiziert zu beschreiben und auf verschiedene Organe/Strukturen zu übertragen, für „eher nicht sinnvoll“ bzw. „nicht sinnvoll“. Die Akzeptanz bezüglich des neuen Ansatzes der Mustererkennungsvermittlung überwiegt demnach deutlich. Wichtig ist diese Erkenntnis im Hinblick auf die Zahlen bezüglich des studentischen Vorwissens zum Thema „Mustererkennung“. Dies ist bei den Studierenden insgesamt eher schlecht. 79% stuften ihr Vorwissen als ausreichend oder mangelhaft ein. Zumal die Mustererkennung grundlegender Bestandteil der Radiologie darstellt, bedarf es hier einer deutlichen Verbesserung im Hinblick auf die Vermittlung von Mustererkennung für Studierende.

Der Aussage „Die Inhalte des Lernkurses sind klar und verständlich“ stimmten 21% der Studierenden zu und 58% fanden, dass es eher zutreffe. 55% gaben an, dass sie durch den Kurs viel gelernt hätten. Dies legt die Vermutung nahe, dass die allgemeine Kursbewertung eher aufgrund der schlechten Vorkenntnisse der Studierenden, als auf mangelnde Verständlichkeit zurückzuführen ist.

#### **4.2.8 Allgemeine Einschätzung der Ergebnisse**

Es stellt sich die Frage, inwiefern die Ergebnisse den eigentlichen Lerneffekt durch den Lernkurs widerspiegeln. Die Vermutung, dass der Lernkurs zu keinem besseren Verständnis bezüglich Mustererkennung führt, liegt nahe. Beruft man sich auf die Lerntheorien, d.h. Behaviorismus, Konstruktivismus und Kognitivismus, beeinflussen eine Vielzahl von Faktoren das Lernen. Auch in Bezug auf Mustererkennung oder das Erlernen von Mustern fließen mehrere Aspekte der Lerntheorien ein. Zunächst muss der Studierende die Muster von einer externen Quelle wie z.B. ein Lernkurs oder durch einen Dozenten vermittelt bekommen. Durch eine Prüfung würde man den Lernerfolg testen, welches am ehesten mit der Theorie des Behaviorismus übereinstimmt. Die Entwicklung von Transferleistungen im Sinne des Kognitivismus, d.h. ein bestimmtes neu erlerntes Muster auf verschiedene Organe oder Strukturen zu übertragen, spielt dabei ebenso eine große Rolle. Dass das erhoffte Testergebnis nicht mit den Erwartungen übereinstimmt, heißt dementsprechend nicht zwingend, dass keine Transferleistung stattgefunden hat. Aufgrund der Tatsache, dass die Studierenden den neuen Ansatz der Vermittlung befürworteten und die Mehrzahl den Lernkurs als „gut“ bewerteten, sollten limitierende Faktoren wie Mängel in der

Durchführung des Kleingruppenunterrichts, z.B. technische Umsetzung oder Wahl der Fragen bei der Interpretation der Ergebnisse nicht unterschätzt werden.

### **4.3 Konsequenzen für die radiologische Lehre**

Die Curricula der radiologischen Lehre sind im deutschsprachigen Raum sehr unterschiedlich. Angeboten werden unter anderem Lernkurse, Vorlesungen, Seminare, Lernmodule, Falldatenbanken und Bilddatenbanken. Allen gemeinsam ist der Versuch in der kurzen Zeit, welche die Studienordnung ([http://www.uni-marburg.de/administration/amtlich/01\\_2010.pdf](http://www.uni-marburg.de/administration/amtlich/01_2010.pdf)) für das Querschnittsfach Radiologie vorsieht, radiologische Grundkenntnisse inklusive Bildbefundung, sowie physikalische und technische Hintergründe zu vermitteln. Trotz der Tatsache, dass der Mensch mittlerweile in der Lage ist einen Computer so zu programmieren, dass er wichtige Grundmuster erkennt, gibt es keine Studien bezüglich radiologischer Mustererkennung im Rahmen studentischer Lehrveranstaltungen.

In der vorliegenden Studie wurde ein neuer Lernkurs entwickelt, der die Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik aufgreift. Entgegen der üblichen Herangehensweise nach der die verschiedenen Körperteile wie z.B. Thorax, Abdomen und Extremitäten systematisch abgearbeitet werden, wurde im Lernkurs eine neue Art der Wissensvermittlung angestrebt. Statt Diagnosen der einzelnen Körperabschnitte zu auswendig zu lernen, wurden Muster gleichartiger Strukturen vorgestellt, unabhängig davon, ob sie im gleichen Körperabschnitt vorkommen. Die Evaluation ergab, dass die Studierenden Mustererkennung als wichtig erachteten und das neue didaktische Konzept positiv bewerteten.

Für die Zukunft wären weitere Studien mit dem Einsatz von Lernkursen interessant, die sich ebenfalls mit Mustererkennung beschäftigen und den neuen Ansatz der Wissensvermittlung als Grundlage nehmen. Für eine erhöhte Aussagekraft und Einflüsse wie zum Beispiel unterschiedliche Vorkenntnisse oder Gruppenunterschiede sollten Stichproben größeren Umfangs gewählt werden. Ebenfalls sollten bei der Durchführung des Kleingruppenunterrichts Änderungen bzgl. technischer Umsetzung (Bild und Frage beispielsweise parallel darstellen)



und Fragenauswahl (weniger Kombinationsfragen und Fragen mit Mehrfachantworten) gemacht werden.

## 5 Zusammenfassung

Mustererkennung bildet die Grundlage der radiologischen Bildbefundung. Es gibt verschiedene radiologische Muster, die auf eine bestimmte Anzahl von Grundmustern zurückzuführen sind. Hintergrund der hier vorgestellten Studie ist die Überlegung, dass der Mensch am Beispiel der Computer-assistierten Diagnose in der Lage ist, einen Computer so zu programmieren, dass er bestimmte Grundmuster erkennt und einordnen kann. Dieser Fortschritt legt die Hypothese nahe, dass der Mensch ebenso fähig sein sollte, Studierenden die radiologische Mustererkennung zu vermitteln. Zu diesem Zweck wurde der Online-Lernkurs „*Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011*“ entwickelt und im Sommersemester 2011 erstmals im Rahmen der Lehrveranstaltung „Bildgebende Verfahren, Strahlenbehandlung und Strahlenschutz I“ eingesetzt. Dabei wurde untersucht, inwieweit die Bearbeitung des Lernkurses zu einer Ergebnisverbesserung im Kleingruppenunterricht führt. Zudem wurde die Akzeptanz der Studierenden bezüglich der neuen Vermittlung radiologischer Mustererkennung – Muster klassifiziert zu beschreiben und auf verschiedene Strukturen zu übertragen (Transferleistung), statt Diagnosen auswendig zu lernen – und des neuen Kurskonzeptes erhoben.

Der Lernkurs beinhaltet 98 Seiten, 89 Abbildungen, 16 Testfragen und 3 Tabellen und wurde auf der k-med-Lernplattform für die Studierenden hochgeladen. Anhand speziell für den Lernkurs entwickelter Klassifikationsschemata für Muster an parenchymatösen Organen, tubulären Strukturen und Körperhöhlen wurden den Studierenden unterschiedliche Musterbeispiele aufgezeigt und erläutert.

Die Evaluation des Lernkurses umfasste die Einbindung in den Kleingruppenunterricht. Alle Studierende hatten vier Kleingruppenunterrichtstermine, welche die Bearbeitung von Power-Point-Präsentationen mit Beispiel-Fällen typischer radiologischer Muster voraussetzte. Innerhalb des Unterrichts sollten die Studierenden Fragen per TED-System beantworten. Die Kleingruppen wurden in eine Interventions- und Kontrollgruppe eingeteilt. Im Vergleich zur Kontrollgruppe hatte die Interventionsgruppe nach den ersten zwei Kleingruppenterrminen Zugang zum Lernkurs. Die zwei letzten Kleingruppenunterrichtstermine dienten als

Wiederholung und Überprüfung des Lernerfolgs, indem wiederum die gleichen Fragen per TED beantwortet werden sollten. Am Ende der Unterrichtsveranstaltung wurden der Online-Lernkurs und das neue Kurskonzept anhand eines Fragebogens evaluiert. Die Ergebnisse der beiden Gruppen, die user-tracking-Daten der Lernkursbearbeitung, sowie die Ergebnisse der Umfrage wurden mittels deskriptiver Statistik ausgewertet.

Insgesamt haben 21 Studierende den Lernkurs bearbeitet. Die statistische Auswertung der Ergebnisse im Kleingruppenunterricht ergab im Gruppenvergleich keinen signifikanten Unterschied. Darüber hinaus konnte keine Korrelation zwischen den TED-Wiederholungsergebnissen und der Bearbeitungsdauer des Lernkurses beobachtet werden.

59 von 61 Studierenden haben an der Online-Evaluation teilgenommen. Insgesamt bewertete knapp die Hälfte der Studierenden den Lernkurs als „gut“ und ein Drittel mit „befriedigend“. Für knapp 80% waren die Inhalte des Lernkurses klar und verständlich. Vorkenntnisse bezüglich Mustererkennung lagen in 79% der Studierenden bei „ausreichend“ bis „mangelhaft“. Der neue Vermittlungsansatz von Mustererkennung wie es der Lernkurs zum Ziel hatte, erschien dem Großteil der Befragten als sinnvoll.

Es stellt sich die Frage, inwiefern die Ergebnisse des Kleingruppenunterrichts den eigentlichen Lerneffekt durch den Lernkurs widerspiegeln. Wertet man die reinen Ergebniszahlen aus, könnte man annehmen, dass der Lernkurs zu keinem besseren Verständnis bezüglich Mustererkennung geführt hat. In Bezug auf das Erlernen von Mustern fließen mehrere Aspekte der Lerntheorien Behaviorismus und Kognitivismus ein, welche postulieren, dass Lernen durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst wird. Die Entwicklung von Transferleistungen spielt dabei eine große Rolle. Dass das Testergebnis nicht mit den Erwartungen übereinstimmt, heißt dementsprechend nicht zwingend, dass keine Transferleistung stattgefunden hat. Aufgrund der Tatsache, dass die Studierenden den neuen Ansatz der Vermittlung befürworteten und die Mehrzahl den Lernkurs als „gut“ bewerteten, sollte man limitierende Faktoren wie Mängel in der Durchführung des Kleingruppenunterrichts und die relativ geringe Anzahl der Studierenden der Fallgruppe bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigen und die Studie als explorativ werten.

## 6 Summary

Pattern recognition builds the foundation for radiological reports. There are several radiological patterns, which are based on a certain number of archetypes. The basis for the current study is the consideration, that humans have been able to program a computer to recognize certain patterns and categorize them by the implementation of computer aided diagnosis (CAD). This advancement lead to the hypothesis, that we should also have the ability to impart the basic principles of pattern recognition to radiology students. Therefore, the online learning course “Pattern recognition in diagnostic radiology 2011“ has been designed. The novel learning course was implemented in the summer semester in 2011 in the setting of the radiology course “Imaging methods, radiation therapy and radiation protection“ for medical students in their first clinical year. Throughout the course, we evaluated to which extent the online course lead to an increase in test results in the small group seminars. In addition, we evaluated the students’ acceptance regarding the modified course concept and novel teaching method of pattern recognition: studying pattern recognition through classifications and transferring certain archetypes onto different structures, instead of memorizing different diagnoses.

The online learning course includes 98 pages, 89 images, 16 questions and 3 tables. By means of especially developed classification organigrams for patterns in parenchymatous organs, tubular structures and visceral cavities, examples of different patterns were illustrated and explained.

Evaluation of the learning course included its implementation in the small group seminars within the modified course concept. All of the students had four seminars with the prerequisite to work through Power-Point-Files beforehand. These files contained sample cases of typical radiological patterns. Within the seminars the students had to answer questions regarding these patterns using a TED-system. The small groups were divided into an intervention and a control group. After the first two seminars only the intervention group had access to the online learning course. The last two seminars included the same questions and served as a follow-up and evaluation of the students’ learning success. At the end of the radiology course the online learning course and the new didactic ap-

proach were evaluated by an online questionnaire. The test results of the intervention and control group, user-tracking data of the learning course and the online questionnaire were analysed with descriptive statistics.

A total of 21 students have finished the online learning course. The comparison of groups did not show a significant difference in test results of the seminars. Furthermore, no correlation between the duration of working with the online course and test results could be observed.

59 of 61 students took part in the online questionnaire. About 50% of the students evaluated the learning course as “good“, one third as “satisfactory“. Almost 80% of the learning course content was rated as distinct and comprehensive. Previous knowledge in pattern recognition was rated as “inadequate“ in 79%. The new didactic approach of imparting pattern recognition appeared beneficial to most students.

The question in dispute is, to what extent the test results reflect the actual learning success of the learning course. Analysis of the test results may imply that the learning course did not lead to a better understanding of pattern recognition. In reference to the different learning theories, e.g. behaviourism and cognitivism, there are several factors that influence learning. Some aspects of these learning theories are incorporated when learning new patterns. The fact that the actual test results did not meet our expectations does thus not mean that no transfer has taken place. Due to the fact, that most students favour the new didactic approach and rated the learning course as good, limiting factors such as procedural flaws and a small study population have to be considered when interpreting the test results. Hence, this study has to be valued as exploratory.

## Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CAD	computer-assistierte Detektion, computer-aided detection
CT	Computertomographie
d.h.	das heißt
engl.	englisch
et al.	et alii bzw. et aliae (lateinisch für „und andere“)
etc.	et cetera (lateinisch für „und die übrigen“)
FDA	Food and Drug Administration
HTML	Hypertext Markup Language (Hypertext-Auszeichnungssprache)
KGU	Kleingruppenunterricht
k-MED	Knowledge-based Multimedia Medical Education
LMS	Learning Management System
MRT	Magnetresonanztomographie
p	Signifikanzniveau (z.B. 0,05 steht für 5%)
PDF	Portable Document Format
PET	Positronenemissionstomographie
SCORM	Sharable Content Object Reference Model
SD/SDI	Strahlendiagnostik
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SWF	Small Web Format (Adobe Flash-Animationen)
u.a.	unter anderem
WWW	World Wide Web
z.B.	zum Beispiel

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: RADI ( <b>RA</b> diologische <b>DI</b> agnostik)-Icon .....	8
Abbildung 2: Charakteristika von fokalen Läsionen .....	9
Abbildung 3: Beispiel einer Leberzyste im CT (s. Kreis) .....	9
Abbildung 4: Beispiel einer Nierenzyste im CT (s. Kreis).....	10
Abbildung 5: Musterklassifikation für parenchymatöse Organe am Beispiel fokaler Läsionen (exemplarisch vereinfacht) aus dem Lernkurs „Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011“ .....	10
Abbildung 6: Mustererkennung in der CAD .....	13
Abbildung 7: Startseite der k-med Lernplattform (k-med 2015) .....	20
Abbildung 8: Lernkurs im Bearbeitungsmodus auf der Autorenplattform „docendo“ (Zugang über <a href="http://demo.docendo.org/login.do">http://demo.docendo.org/login.do</a> ) .....	21
Abbildung 9: Musterklassifikation tubulärer Strukturen (aus dem Lernkurs "Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik 2011") .....	22
Abbildung 10: Stundenplan QB 11/1 im Sommersemester 2011 .....	23
Abbildung 11: Kohorteneinteilung in Interventions- und Kontrollgruppe .....	28
Abbildung 12: TED-Abstimmungssystem mit Empfängerstation .....	32
Abbildung 13: Studienpopulation.....	33
Abbildung 14: Boxplot-Diagramm der Interventionsgruppe vor und nach Einführung des Lernkurses .....	34
Abbildung 15: Boxplotdiagramm der Kontrollgruppe vor und nach Einführung des Lernkurses .....	35
Abbildung 16: Boxplotdiagramm der Wiederholungsergebnisse Interventions- vs. Kontrollgruppe .....	36
Abbildung 17: Ergebnisse „Schulnote“ .....	37
Abbildung 18: Ergebnisse „Vorkenntnisse“ .....	38
Abbildung 19: Ergebnisse „Neues didaktisches Konzept“ .....	39
Abbildung 20: Ergebnisse „Inhalte des Lernkurses“ .....	40
Abbildung 21: Ergebnisse „Anzahl Bildbeispiele“ .....	41
Abbildung 22: Ergebnisse „Lerneffekt“ .....	42
Abbildung 23: Ergebnisse „Mustererkennung und -beschreibung“ .....	43
Abbildung 24: Ergebnisse „Neues Kurskonzept“ .....	44
Abbildung 25: Ergebnisse „Beibehaltung des neuen Kurskonzeptes“ .....	45
Abbildung 26: Ergebnisse „Bereitstellung von Volumendatensätzen“ .....	46
Abbildung 27: Ergebnisse „Effekt der Wiederholung von Bildbeispielen“ .....	47
Abbildung 28: Ergebnisse „TED-Abfrage“ .....	48
Abbildung 29: Ergebnisse „Veröffentlichung der TED-Ergebnisse“ .....	49
Abbildung 30: Ergebnisse „Wegfall der MC-Klausur durch TED-Abfrage“ .....	50

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rahmenzeitplan von QB 11/1 - traditionelles Curriculum.....	25
Tabelle 2: Inhaltsübersicht und Ablaufplan der Studie (KGU = Kleingruppenunterricht; SDI = Strahlendiagnostik).....	27
Tabelle 3: Übersicht der Interventions- und Kontrollgruppe im Sommersemester 2011 .....	54



## Literaturverzeichnis

- ADL. "SCORM 2004 4th Edition." from <http://www.adlnet.gov/contact-us>.  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen.*
- Awai, K., K. Murao, et al. (2004). "Pulmonary nodules at chest CT: effect of computer-aided diagnosis on radiologists' detection performance." *Radiology* **230**(2): 347-352.
- Baumgartner, P. (2003). "E-Learning: Lerntheorien und Lernwerkzeuge." *Österreichische Zeitschrift für Berufsbildung (ÖZB)* 21:3-6.
- "Darstellung Universität Marburg." from [http://eklausur.de/wiki/index.php?title=Darstellung\\_Universität\\_Marburg](http://eklausur.de/wiki/index.php?title=Darstellung_Universität_Marburg)  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen.*
- Dähnert, W. (2003). *Radiology review manual*. Philadelphia, Mass. [u.a.], Lippincott Williams & Wilkins.
- Dean, J. C. and C. C. Ilvento (2006). "Improved cancer detection using computer-aided detection with diagnostic and screening mammography: prospective study of 104 cancers." *AJR Am J Roentgenol* **187**(1): 20-28.
- Doi, K., H. MacMahon, et al. (1999). "Computer-aided diagnosis in radiology: potential and pitfalls." *Eur J Radiol* **31**(2): 97-109.
- Duda, R. O., P. E. Hart, et al. (2001). *Pattern classification*. New York, NY [u.a.], Wiley.
- Dudenredaktion. (2013a). from <http://www.duden.de/node/658427/revisions/1273884/view>.  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen.*
- Dudenredaktion. (2013b). from <http://www.duden.de/node/767491/revisions/1147644/view>.  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen.*
- Eysenck, M. W. and M. T. Keane (2000). *Cognitive psychology : a student's handbook*. Hove, Psychology Press.

- Furnell EC, P. O. (1989). "Erroneous diagnoses of space-occupying processes of the kidney." *Radiologe* **29**: 138-143.
- Galanski, M. P., M. (2006). *Ganzkörper-Computertomographie: Spiral- und Multislice-CT*. Stuttgart, Thieme.
- Hologic. (2008). "R2 Technology ", 2013, from <http://www.hologic.com/products/imaging/mammography/image-analytics>. *Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen*.
- k-med. from <http://www.k-med.org>.  
*Die Seite wurde am 30.11.2011 zuletzt aufgerufen*.
- k-med. (2005). "Startseite der k-med Lernplattform." from [http://kmed.uni-giessen.de/ilias/goto.php?target=root\\_1](http://kmed.uni-giessen.de/ilias/goto.php?target=root_1)  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen*.
- Kauffmann, G., E. Moser, et al. (2011). *Radiologie : bildgebende Verfahren, Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Strahlenschutz ; [mit dem Plus im Web ; Zugangscode im Buch]*. München, Elsevier.
- Klose, K. (2007). ""Prinzipien der allgemeinen und speziellen Radiologie" Klinik für Strahlendiagnostik, Klinikum der Philipps-Universität Marburg." from <http://online-media.uni-marburg.de/radiologie/>.  
*Die Seite wurde am 28.01.2015 zuletzt aufgerufen*.
- Ko, J. M., M. J. Nicholas, et al. (2006). "Prospective assessment of computer-aided detection in interpretation of screening mammography." *AJR Am J Roentgenol* **187**(6): 1483-1491.
- Kotter, E. and M. Langer (2011). "Computer aided detection and diagnosis in radiology." *Eur Radiol* **21**(3): 590-592.
- Lee, J. W., J. M. Goo, et al. (2004). "The potential contribution of a computer-aided detection system for lung nodule detection in multidetector row computed tomography." *Invest Radiol* **39**(11): 649-655.
- Lodwick, G. S. (1966). "Computer-aided diagnosis in radiology. A research plan." *Invest Radiol* **1**(1): 72-80.
- Lodwick, G. S., T. E. Keats, et al. (1963). "The Coding of Roentgen Images for Computer Analysis as Applied to Lung Cancer." *Radiology* **81**: 185-200.

- Marten, K., T. Seyfarth, et al. (2004). "Computer-assisted detection of pulmonary nodules: performance evaluation of an expert knowledge-based detection system in consensus reading with experienced and inexperienced chest radiologists." *Eur Radiol* **14**(10): 1930-1938.
- Moja, L., I. Moschetti, et al. (2008). "Clinical evidence continuous medical education: a randomised educational trial of an open access e-learning program for transferring evidence-based information - ICEKUBE (Italian Clinical Evidence Knowledge Utilization Behaviour Evaluation) - study protocol." *Implement Sci* **3**: 37.
- Reiser, M. and P. Bartenstein (2011). *Radiologie : 110 Tabellen*. Stuttgart, Thieme.
- Rubin, G. D. (2000). "Data explosion: the challenge of multidetector-row CT." *Eur J Radiol* **36**(2): 74-80.
- van Ginneken, B., C. M. Schaefer-Prokop, et al. (2011). "Computer-aided diagnosis: how to move from the laboratory to the clinic." *Radiology* **261**(3): 719-732.
- Wagner R, Z. D., Schäfer C, Schneider S (2006). "k-MED - vom lokalen Projekt zum e-Learning-Dienstleister." *GMS Med Inform Biom Epidemiol*.
- Weiß, C. (2010). *Basiswissen medizinische Statistik : mit 14 Tabellen und 6 Übersichten ; [mit Epidemiologie]*. Heidelberg, Springer.
- Wetzke, M. and C. Happle (2012). *BASICS Bildgebende Verfahren*. [s.l.], Urban Fischer Verlag - Lehrbücher.
- Williamson, K. B., R. B. Gunderman, et al. (2004). "Learning theory in radiology education." *Radiology* **233**(1): 15-18.
- Wollenweber, T., Janke, B, Teichmann, A, Freund, M (2007). "Korrelation zwischen histologischem Befund und einem Computer-assistierten Detektionssystem (CAD) für die Mammografie." *Geburtsh Frauenheilk* 2007.

## **Anhang A: Lernkurs „Grundlagen der Mustererkennung in der radiologischen Diagnostik“**

CD-ROM als Beilage beinhaltet den Lernkurs als PDF.

## **Anhang B: Power-Point-Folien des Kleingruppenunterrichts**

CD-ROM als Beilage beinhaltet die Power-Point-Folien des Kleingruppenunterrichts als PDF.

## **Verzeichnis akademischer Lehrer**

### **Meine akademischen Lehrer in Marburg waren die Damen und Herren**

Aigner, Aumüller, Barth, Bartsch, Basler, Bauer, Baum, Baumann, Becker, Bien, Burchert, Cetin, Czubayko, Daut, Dodel, Donner-Banzhoff, Dukatz, Eilers, Ellenrieder, Fendrich, Feuser, Geks, Gress, Gudermann, Hasilik, Heinis, Hertl, Heverhagen, Höffken, Hoffmann, Hofmann, Hundt, Kalinowski, Kann, Kill, Klose, Koolman, Kuhn, Langer, Lill, Lohoff, Maisch, Mann, Meier, Mennel, Michl, Mittag, Moll, Moosdorf, Mueller, Neubauer, Nimsky, Oertel, Olbert, Pagenstecher, Plant, Printz, Rausch, Renz, Richter, Roeper, Rothmund, Ruchholtz, Schäfer, Schneider, Schofer, Schu, Seitz, Sesterhenn, Seyberth, Skwara, Steinfeld, Steiniger, Sure, Tackenberg, Teymoortash, Vogelmaier, Vogt, Wagner, Waldegger, Walters, Weihe, Werner, Westermann, Wulf, Wündisch, Zettl

### **Meine akademischen Lehrer in San Francisco (USA) waren die Damen und Herren**

Breiman, Higgins, Link, Steinbach

### **Meine akademischen Lehrer in Houston (USA) waren die Herren**

Duncan, Frazier, Gregoric, Hallman, Livesay, Ott, Reul

### **Meine akademischen Lehrer in New York (USA) waren die Damen und Herren**

D'Andrea, Flombaum, Fornier, Gilewski, Glezerman, Latcha, McArthur

### **Meine akademischen Lehrer in Berlin waren die Herren**

Häusler, Kienapfel, Krochmann, Schwarz, Schühlen

## Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Professor Dr. K.J. Klose für die Überlassung meines Promotionsthemas. Als Doktorandin und studentische Hilfskraft konnte ich durch die zahlreichen Gespräche und Diskussionen über Mustererkennung und Radiologie im Allgemeinen von seinem profunden Fachwissen profitieren. Seine Unterstützung und Ratschläge während meiner gesamten klinischen Studienzeit haben mich geprägt und werden mir in guter Erinnerung bleiben.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Dr. Christine Schäfer, für Ihre außerordentliche Hilfsbereitschaft und Unterstützung im Bereich *k-med* sowie bei Herrn Dr. Christoph Pabst und Herrn Peter Gerbig für Ihre freundliche Hilfsbereitschaft und die Bereitstellung der Grafiken.

Ich danke meinen Freunden für Ihre Motivation und Unterstützung während der Durchführung und Fertigstellung meiner Promotion, insbesondere gilt mein Dank Ludmilla Schustoff, Katharina Fedtke, Marit Bartsch, Dana Schulz, Michael Rabe und Mostafa Feroози.

Zum Schluss richte ich den größten Dank an meine Familie, für ihre konstruktiven Ratschläge, ihre stetige Motivation, sowie nicht zuletzt für ihre unnachahmliche Unterstützung während meines gesamten Medizinstudiums.